621.505
ZE
x.35
Q.

THE UNIVERSITY
OF ILLINOIS
LIBRARY

621.505
ZE
v.35

REMOTE STORAGE

ENGINEERING
ALTGELD HALL ANNEX

Engrug

REMOTE STORAGE

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE KÄLTE-INDUSTRIE

ZUGLEICH 19. JAHRGANG DER
ZEITSCHRIFT DES DEUTSCHEN KÄLTE-VEREINS

SCHRIFTLEITUNG:
DR.-ING. MARTIN KRAUSE
BERLIN

35. JAHRGANG
1928

VERLAG:
GESELLSCHAFT FÜR KÄLTEWESEN M. B. H.
BERLIN W. 9

Inhalt des fünfunddreissigsten Jahrganges

I. Ahbandlungen, Vorträge, Berichte

P. Askenasy. Ueber die Verwendung von Rotsilber-Kühlautomaten „A-S" im chemischen Laboratorium. S. 49.

Hans Behringer. Berechnung des günstigsten Zwischendruckes bei Verbundkompression für NH_3-Maschinen. S. 111.

Arnold Besag. Normung der Rippenrohre. S. 81.

Beschlüsse des V. Internationalen Kältekongresses in Rom. S. 138.

Bleick. Kältemaschinen auf der Technischen Frühjahrsmesse in Leipzig 1928. S. 54.

J. S. Cammerer. Neuzeitlicher Wärme- und Kälteschutz. S. 45.

J. S. Cammerer. Bericht über die Vorträge auf dem Gebiete des Wärme- und Kälteschutzes bei dem 5. Internationalen Kältekongress in Rom. S. 135.

G. Cattaneo. Technik und Oekonomie des Edeleanu-Verfahrens zur Raffination von Mineralölen. S. 173.

C. Dick. Mittel zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit von Kältemaschinen kleinerer und mittlerer Leistung. S. 47.

S. Erk und M. Jakob. Wärmedehnung des Eises zwischen 0° und —253°. S. 125.

Albrecht Hase. Die Bedeutung niederer Temperaturen in der Biologie. S. 40, 68, 86.

K. Heinze. Zur Festlegung eines Idealprozesses für die Kaltdampf-Verbund-Kompressionsmaschinen. S. 113.

Otto Henckel. Garantieen für die Temperatur und Feuchtigkeit der Luft in Fleischkühlräumen. S. 1.

F. Henning. Wissenschaftliche Vorträge vom 5. Internationalen Kältekongress in Rom. S. 101.

M Hirsch. Wärmedurchgang in Ammoniakverflüssigern. S. 201.

M. Hirsch. Mustermesse und Kälteindustrie. S. 24.

M. Jakob und S. Erk. Wärmedehnung des Eises zwischen 0° und —253°. S. 125.

Haruhisa Inokuty. Zeichnerisches Verfahren zum Auffinden des günstigsten Kondensatordruckes in Kohlensäurekältemaschinen. S. 180.

S. Jung. Der automatische Betrieb von Kältemaschinen. S. 161.

E. Kallert. Die gegenwärtige Lage der Versorgung Deutschlands mit Gefrierfleisch. S. 163.

Kältemaschinen der „Grünen Woche". S. 54.

Kohlensäureeis als Kühlmittel. S. 206.

Martin Krause. Normen für die Untersuchung von Eisschränken? S. 8.

Kuhlig. Die Aufgaben der Kühlmaschine in der Milchwirtschaft. S. 37.

Kühl-Sole-Aktiengesellschaft. Die physikalischen Eigenschaften der Reinhartin-Sole. S. 72.

Leistungsversuche an einer Kleinkältemaschine der Maschinenfabrik Esslingen. S. 51.

H. Lorenz. Rohrwiderstand und Wärmeübergang. S. 149.

Friedrich Merkel. Die Berechnung der Absorptionskältemaschine. S. 130, 154.

K. Nesselmann. Tiefste erreichbare Grenztemperaturen bei Absorptionsmaschinen mit Gasumlauf und Ammoniaklösung. S. 197, 221.

K. Nesselmann. Der Einfluss der Wärmeverluste auf Doppelrohrwärmeaustauscher. S. 62.

Neuartiger Kompressor für Kleinkältemaschinen. S. 27.

Neue amerikanische Verdampferbauarten. S. 245.

Jul. Oelschläger. Energiemessung von Kolbenmaschinen. S. 52.

J. Otto. Ueber die Kompressibilität von Gasen, insbesondnre bei tiefen Temperaturen. S. 238

L. A. Philipp und C. C Spreen. Untersuchungen an Haushaltkältemaschinen. S. 5.

Physikalische Eigenschaften der Reinhartin-Sole. S. 72, 144.

Albert Peffer. Die Leichenkühlanlage im Hamburger Hafenkrankenhaus. S. 25.

R. Plank. Kältemaschinen auf der Technischen Messe in Leipzig 1928. S. 70.

R. Plank. Die Ausbildung von Kälte-Ingenieuren. S. 219.

R. Plank. Ueber den Idealprozess von Kältemaschinen bei Verbund-Kompression. S. 17.

Lorenz Rasmusson. Die Einwirkung niedriger Temperaturen auf Pflanzenzellen. S. 224.

Redenbacher. Apparat zur genauen Bestimmung von Wasser in flüssigem Ammoniak. S. 108.

Regeln für Leistungsversuche an Kältemaschinen und Kühlanlagen. S 233.

Reinhartin-Sole, physikalische Eigenschaften. S. 72, 144.

Wilhelm Rohrbeck. Ueber die Bedeutung der deutschen Eisindustrie. S. 158.

Joseph Schindler. Bericht über den Stand der Normung in der Kälteindustrie. S. 243.

Oscar Schwarz Der Eigentumsvorbehalt an Klein-Kältemaschinen. S. 182.

K. Schreber. Die Ammoniakaufsaugekältemaschine. S. 193.

Ernst Schmidt. Versuche über den Wärmeübergang in ruhender Luft. S. 213

Soltner. Künstliche Kühlung im Lichtspielhaus „Capitol" in Berlin. S. 50.

C. C. Spreen und L. A. Philipp. Untersuchungen an Haushaltkältemaschinen. S. 5.

Vorträge beim V. Internationalen Kältekongress. S. 93, 115.

Weltgefrierfleischhandel im Jahre 1927. S. 136.

Egon Zäuner. Eigentumsvorbehalt an Kältemaschinen. S. 184.

II. Zeitschriften- und Bücherberichte

a) Zeitschriftenberichte

Wissenschaftliche Grundlagen

E. Donath. Präzisionsmessungen von Verdampfungswärmen bei kleinen Drücken und niedrigen Temperaturen. S. 75.

S. Erk. Untersuchung einiger technischer Zähigkeitsmesser. S. 28.

E. Griffiths und J. H. Awberry. Die Trägheit der Thermometer mit besonderer Berücksichtigung der Kühlhauspraxis. S. 28.

Alfred Grunwald und Fritz Engel. Die Bedeutung des Widerstandsgesetzes und der hydraulischen Aehnlichkeit für die Mengenmessung. S. 29.

K. Lachmann. Wärme- und Temperaturverlauf in Wänden von beliebiger Form. S. 186.

H. J. Macintire, C. S. Marvel und S. G. Ford. Einige physikalische und chemische Eigenschaften des Chlormethyls. S. 76.

J. Malgrange. Ueber die Zusammendrückbarkeit von Sauerstoff und den Inhalt der Aufnehmer. S. 29.

C. H. Meyers. Messeinrichtung zur Bestimmung des spez. Volumens von Kohlensäuredampf. S. 186.

L. Schiller und Th. Burbach. Wärmeübergang strömender Flüssigkeiten in Rohren. S. 248.

Kältemaschinen

Dombrowsky. Bemerkungen über die Regelung von Kältemaschinen. S. 29.

F. R. Erbach. Eine Studie über die Regeleinrichtungen in Kühlanlagen. S. 142.

R. Follain. Die neue Wasserdampf-Kältemaschine mit übereinander angeordneten Verdampfern und Verflüssigern, System Scam-Follain. S. 228.

J. C. Goosmann und F. R. Zumbro. Neuerungen in CO_2-Kältemaschinen. S. 187.

Haruhisa Inokuty. Ein neuer Flüssigkeitsmesser für Kältemittel. S 248.

W. M. Timmermann u. H. A. Whitesel Die Prüfung von Haushaltkühlanlagen. S. 187.

H. S. Venemann. Automatische Ammoniak-Regelventile. S. 116.

Kälteverwendung

Anwendung der Kälte in der Mühlenindustrie. S. 142.

John D. Blanke. Neue moderne Dampfschiff-Kühlanlagen. S. 249.

L. Chew. Die Kälte in der chemischen Industrie. S. 90.

Das Beeisen kalifornischer Gemüse. S. 249.

Das neue Kaltlagerhaus für Käse der Gesellschaft Emmenthal, Luzern. S. 249.

E. Joelson. Die Kühlanlage des Dampfers „Koursk". S. 167.

O. Huppart. Die Auswertung der Kohle. S. 188.

V. S. Komaroff. Ueber die neue Kälteanlage in der Paraffinfabrik in Grosny. S. 77.

Terry Mitchell. Detroits neue Eislaufbahn. S. 141.

A. Monvoisin. Die Veränderung roher und pasteurisierter Milch bei Aufbewahrung bei tiefen Temperaturen. S. 248

A. Monvisin. Ueber die Vorsichtsmassregeln, die von den Erzeugern zur Kaltlagerung bestimmter Güter zu beachten sind. S. 248.

A. Perfetti. Die fahrbare Kühlanlage. S. 167.
L. Pierre. Trocknung durch Kälte. S. 77.
A. W. Rjasanzeff. Ueber die Kältewirtschaft der R. S. F. S. R. S. 88.
Schlienz. Das Ottesen-Gefrierverfahren in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. S. 8.
Smith und L. J. Darmstadt. Die Möglichkeit der Kühlung von Lieferwagen für Eiskrem. S. 55.
M. Soltner. Künstliche Kühlung in Malzfabriken. S. 55.
H. F. Tayler. Neue Fischereien. S. 188.

Eiserzeugung

Terry Mitchell. Die neue Anlage der Inwood Consumers Ice Mfg. Corp. S. 29.
McNeill. Eiserzeugungsbetrieb. S. 143

Wärmeschutz.

E. Borschke. Neues Verfahren zur graphischen Bestimmung von Wärmeverlusten. S. 188.
E. Borschke. Graphisches Verfahren zur Ermittlung der wirtschaftlichsten Isolierstärken für Rohrleitungen und ebene Wände. S. 188.
Jürges und Reichard. Ursachen des muffigen Geruches in Kühlanlagen. S. 143.
L. F. Miller. Einfluss der Feuchtigkeit auf die Wärmeleitung von Isolierstoffen. S. 9.
O. Reichard und W. Jürges. Bau- und Isoliertechnisches von Kühlräumen. S. 249.

Eiskühlung

H. Corblin. Eisgekühlte Eisenbahnwagen mit erzwungener Luftumwälzung. S. 143.
M. E. Pennington. Bericht über die Prüfung und Bewertung von Eisschränken. S. 30.
E. Pennington. Die Konstruktion der Haushaltkühlschränke. S. 249.

Wirtschaftliches

W. Pohlmann. Eispreis der Schlachthöfe in verschiedenen Städten Deutschlands. S. 77.
A. W. Rjasanzeff. Ueber die Kältewirtschaft der R. S. F. S. R. S. 88.

Verschiedenes

G. Angenheister und W. Schneider. Messungen der Erschütterungen von Boden und Gebäuden, hervorgerufen durch Maschinen und Fahrzeuge. S. 249.
H. Geiss. Die Brauereien im Geschäftsjahr 1926/27. S. 90.
M. Hirsch. Die deutsche Kältemaschinenindustrie. S. 30.
M. Jakob und W. Fritz. Anwendung der einfachsten Durchflussformel für Düsen und Stauränder. S. 77.
J. Jensen. Der Kampf um die Herrschaft über den Gefrier- und Kühlfischmarkt. S. 167.
H. Rudolf Karg. Wie bestimmt man zuverlässig die Liefermengen, Strömungsgeschwindigkeiten und Druckhöhen für verzweigte Rohrleitungen. S. 77.
Hans Marzell. Ergebnisse der deutschen Seefischerei. S. 9.
T. Moran und E. C. Smith. Das Reifen des Fleisches. S. 91.
Reifen der Bananen. S. 229.

b) Bücherbericht

Ala Haasenstein & Vogler. Zeitungs-Katalog 1928. S. 11.
Anweisung über den Gebrauch der Degea Industrieschutzmasken. S. 143.
R. Biel. Fortleitungswiderstand in Gasleitungen. S. 79.
J. S. Cammerer. Der Wärme- und Kälteschutz in der Industrie. S. 188.
J. S. Cammerer. Wirtschaftlichste Isolierstärke bei Wärme- und Kälteschutzanlagen und Wärmeabgabe isolierter Rohre bei unterbrochener Betriebsweise. S. 11, 32.
C. Ehlert. Schmiermittel und ihre richtige Verwendung. S. 208.
Fleischwarenindustrie, die deutsche, 1927/28. S. 77.
Grünzweig & Hartmann. Wärme- und Kälteverluste isolierter Rohrleitungen und Wände. S. 189.
E. Hofmann. Die Milchversorgung der deutschen Städte. S. 117.
Hütte. Taschenbuch für den praktischen Chemiker. S. 11, 167.
Ice and Cold Storage. S. 32.
O. Jüngst. Planmässiger Absatz von Agrarerzeugnissen. S. 207.
R. Landsberg. Energiewirtschaft im Betrieb. S. 117.
Muhlert-Drews. Technische Gase, ihre Herstellung und ihre Verwendung. S. 208.
R. Plank. Haushalt-Kältemaschinen. S. 79, 144.
Wilhelm Pohl. Maschinenzeichnen. S. 32.
C. Regenhardts Geschäftskalender für den Weltverkehr. S. 32.
I. Ritter. Kalender für Heizungs-, Lüftungs- und Badetechniker. S. 11.
Steuerkalender für Gewerbetreibende. S. 117.
R. Stotz. Die Technik der Weltverpflegung. S. 208.
Technik voran. S. 250.
Unfallverhütungskalender 1928. S. 11.
H. Vollhardt. Einführung in die Mathematik. S. 117.
Wärme- und Kälteschutz in Wissenschaft und Praxis. S. 189.
H. Weyl. Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft. S. 229.
W.S.W.-Kalender 1928 der Firma Rheinholdt & Co., Berlin. S. 31.
Zeitungs-Katalog Rudolf Mosse 1928. S. 32.

III. Wirtschaftliche Nachrichten

Berliner Eispreise. S. 230.
Gesellschaft für Markt- und Kühlhallen. S. 79.
Kühlhaus-Zentrum A.-G., Hamburg. S. 92.
Kühltransit-Aktiengesellschaft. S. 168.
Neues Rigaer Kühlhaus. S. 91.
Verbrauch an zollfreiem Gefrierfleisch. S. 92.

IV. Kleine Mitteilungen

Arbeiten der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1927. S. 250.
Brennstofftagung London 1928.
Fünfter Internationaler Kältekongress. S. 92, 230.
A. Freundlich. S. 209.
Institut International du Froid. S. 80.
Kälteanlagen auf der Leipziger Technischen Frühjahrsmesse. S. 33.
Mitteilungen des Normenausschusses. S. 12.
VDMA. Auskunftsstelle über Maschinen. S. 33.
Vorträge über künstliche Kälte während der Leipziger Messe. S. 33.

V. Persönliches

H. Heiss. S. 230.
Alois Schwarz. S. 34.

VI. Zuschriften an die Schriftleitung. S. 144.

VII. Patentberichte

a) Patente (Anmeldungen, Eintragungen, Löschungen), Gebrauchsmuster (Eintragungen) S. 12, 56, 95, 118, 168, 190, 230, 250.
b) Auszüge aus den Patentschriften:
17a, 441381. Regelventil für Kompressionskältemaschinen. S. 14.
17a. 414382. Kocherabsorber für Absorptionskältemaschinen. S. 14.
17a, 448585. Verfahren zur Kälteerzeugung. S. 14.
17a, 449083 Absorptionskältemaschine. S. 14.
17a, 449865. Ununterbrochen wirkende Absorptionskältemaschine. S. 15.
17a, 451287. Kompressionskleinkältemaschine. S. 58.
17a, 451289. Verflüssiger für Kälteerzeugungsanlagen. S. 59.
17a, 452489. Kältemittel. S. 97.

17a, 452813. Doppelrohr-Wärmeaustauscher mit Aenderung des Querschnitts der Kältemittelleitung. S. 15.
17a, 453324. Einrichtung zur Regelung des Zustandes von überhitztem Dampf, insbesondere bei Verbundkältekompressoren. S. 98.
17a, 453506. Kleinabsorptionskältemaschine. S. 98.
17a, 453672 Kompressionskältemaschine. S. 118.
17a, 453689. Rotierende und kreisende Pumpe. S. 119.
17a, 453795. Periodisch arbeitende, um eine unterhalb ihres Schwerpunktes liegende Achse schwingbare Absorptionskältemaschine. S. 119.
17a, 453847. Absorptionsmaschine. S. 120.
17a, 453974. Mehrstufige, mit einer Lauge als Kältemittel betriebene Vakuumkältemaschine. S. 121.
17a, 454073. Regelungsvorrichtung für eine Kompressionskältemaschine mit Schleuderverdichter. S. 99.
17a, 454099. Kleinkälteabsorptionsapparat. S. 170.
17a, 454484. Verfahren zur Regelung der Leistung von Kältemaschinen mit Schleuderverdichter. S. 99.
17a, 455181. Verdampfer für Kühlanlagen. S. 191.
17a, 455594. Verfahren zum Betriebe von Absorptionskältemaschinen. S. 191.
17a, 456102. Schmiermittel für Kompressoren von Kältemaschinen. S. 192.
17a, 456152. Verfahren zur Steigerung des Umlaufs eines Hilfsmittels in Absorptionskälteapparaten. S. 209.
17a, 456567. Vakuumkltemaschine. S. 192.
17a, 456568. Rohrbündelverflüssiger für Kälteerzeugungsanlagen. S. 210.
17a, 456569. Kurbelgehäuse einer Kleinkältemaschine. S. 210.
17a, 456691. Periodisch wirkende Absorptionskältemaschine. S. 210.
17a, 457125. Vorrichtung zum Entlüften von Kältemaschinen. S. 211.
17a, 457311. Verfahren zur Entfernung von Lösungsmitteln aus dem Verdampfer bei periodisch arbeitenden, schwingbaren Apsorptionskältemaschinen. S. 211.
17a, 457681. Kühlverfahren. S. 211.
17a, 457734. Schwimmregler. S. 211.
17a, 458091. Verfahren zur Kälteerzeugung durch eine mit indifferentem Gas arbeitende Absorptionsmaschine. S. 211.
17a, 458799. Verschluss für Absorptionskälteapparate. S. 231.
17a, 459046. Verfahren zur Entfernung von Luft aus dem Kältemittelkreislauf von Kältemaschinen. S. 232.
17a, 459088. Vorrichtung zur Förderung der Absorptionsflüssigkeit in Absorptionskälteapparaten. S. 231
17a, 459420. Vorrichtung zur Zuführung des Kältemittelgases in das geschlossene Kurbelgehäuse einer Kompressionskältemaschine. S. 231.
17a, 460752. Verfahren zur Reinigung des in einer Kältemaschine umlaufenden Kältemittels. S. 212.
17a, 460936. Eis- bezw. Kühlmaschine mit umlaufenden Verdampfer- und Kondensatorgehäusen. S. 212.
17c, 455073. Kühlschrank mit unterhalb des Kühlraums eingebauter Kältemaschine. S. 122.
17c, 455878. Kühlschrank mit eingebautem Absorptionskälteerzeugungsapparat. S. 192.
17c, 458019. Kühlanlage. S. 123.
17c, 458648. Vorrichtung zum Kühlen mittels Kältesalz durch Lösung. S. 231.
17d, 454035. Kondensator, insbesondere für Schiffsmaschinenanlagen. S. 99.
17d, 455816. Kondensatorrohr. S. 123.
17f, 455062. Wärmeaustauschvorrichtung. S. 191.
17f, 455074. Kühlvorrichtung. S. 99.
17g, 453513. Vorkühlverfahren zur Verflüssigung und Trennung schwer verflüssigbarer Gase und Gemische. S. 98

VIII. Deutscher Kälte-Verein

Mitteilungen des Hauptvereins. S. 16, 34, 100, 144, 171, 212, 232.
Berliner Kälteverein. S. 16, 36, 59, 80, 124, 232, 252.

Engineering Library 621.565 ZE

Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1893 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

Schriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W.
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

1. Heft **Berlin W. 9, im Januar 1928** **35. Jahrgang**

Inhalt:

Abhandlungen, Vorträge, Berichte. Garantien für die Temperatur und die Feuchtigkeit der Luft in Fleischkühlräumen. Von Otto Henckel. S. 1. — Untersuchungen an Haushaltkältemaschinen. Von C. C. Spreen und L. A. Philipp. S. 5. — Normen für die Untersuchung von Kühlschränken? Von Martin Krause. S. 8. **Zeitschriftenbericht.** S. 8. — **Bücherbericht.** S. 11. — **Kleine Mitteilungen.** S. 11. — **Mitteilungen des Normenausschusses.** S. 12. — **Patentbericht.** S. 12. — **Deutscher Kälte-Verein.** S. 15. Berliner Kälteverein S. 15

Garantien für die Temperatur und die Feuchtigkeit der Luft in Fleischkühlräumen.

Von Otto Henckel.

Bei der Erstellung von Fleischkühlanlagen ist es neben dem Streben nach höchster Wirtschaftlichkeit notwendig, die Luftzustände zu kennen, unter denen das Fleisch über kürzere oder längere Zeit ohne Einbuße an Güte gelagert werden kann.

Da die Stapelung in den meisten Fällen unter größtmöglichster Raumausnutzung geschehen muß, ergibt sich einerseits ein großer Wert des Lagergutes, anderseits aber auch eine gewisse Sorge für den Einlagerer, daß das Fleisch durch die Aufbewahrung im Kaltlagerraum nicht nur keine Einbuße an Güte erleidet, sondern auch geringstmöglichen Gewichtsverlust hat.

Die Aufgabe besteht in der Erzielung und Erhaltung gewisser Temperaturen, meistens wenig über 0^0 C, sehr oft aber auch wesentlich darunter, und einer Luftfeuchtigkeit, die mit aller Sicherheit verhindert, daß der Taupunkt weder in der Luft selbst, noch auf dem durchgekühlten Fleisch erreicht wird.

Es ist leicht erklärlich, daß der Wechsel der äußeren Luftzustände und der An- und Abtransport des Fleisches Schwankungen in der Kühlraum-Atmosphäre herbeiführen, denen in geeigneter Weise begegnet werden muß. Besonders ist dies bei der Lagerung von Fleisch notwendig, das über längere Zeit im Kaltraum aufbewahrt werden soll.

Es herrscht vielfach die Auffassung, für die richtige Aufbewahrung des wertvollen Kühlgutes könne der Erstellung der Kühlanlage zur Einhaltung zahlenmäßiger, in einem engen Spielraum gehaltener Garantievorschriften über die Luftzustände in allen Teilen des Kaltraumes verpflichtet werden. In den nachstehenden theoretischen Untersuchungen, die unter Mitberücksichtigung praktischer Werte und Verhältnisse vorgenommen sind, soll dargelegt werden, mit welcher Aenderung der Luftzustände durch die gegebenen Verhältnisse zu rechnen ist und wie die Grenzen der Luftzustände durch die Verhältnisse von selbst gezogen sind. Ferner wird untersucht, welcher Spielraum für die Luftzustände gegeben werden kann, damit die im Kaltraum lagernde wertvolle Ware nicht an Güte einbüßt.

Es sei hierzu erläuternd bemerkt, daß die in den Abb. 3, 4, 6 und 7 gekennzeichneten gleichartigen Luftzustände sich nicht in dem durch die Linien scharf umrissenen Bereich durch Messungen werden genau kontrollieren lassen, denn durch unvermeidbare Luftwirbelungen infolge der Unebenheit der Fleischstücke, ferner deren ungleiche Massen und daher ungleiche Wärmeabgabe, schließlich auch ungleichmäßige Abdunstung infolge Schnitt- und Hautflächen der Fleischstücke werden die Linien praktisch eine andere Führung haben. Die Linien werden daher mehr die Tendenz darstellen, in welchem Bereich sich die gewünschten bezw. garantierten Luftzustände am ehesten einstellen werden. Die erstellten Anlagen haben überwiegend vollauf befriedigt, die Untersuchungen sollen daher nicht kritisieren, sondern nur eine bildliche Darstellung der Luftzustände geben.

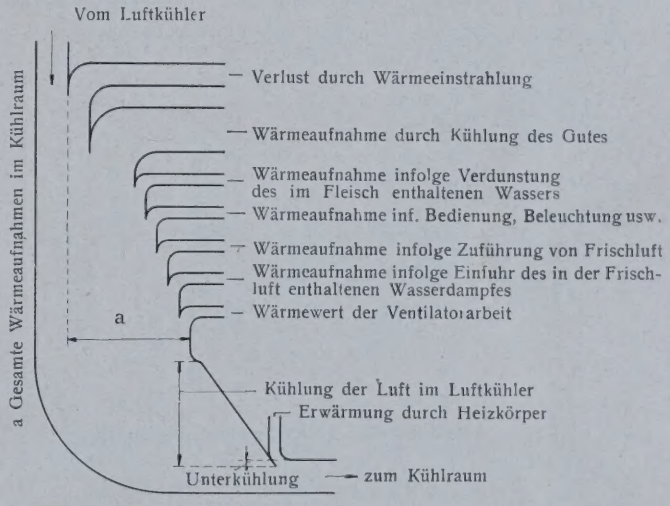


Abb. 1. Aufnahme und Abgabe der Wärme während des Kreislaufes zwischen Luftkühler und Kühlraum.

Das Diagramm Abb. 1 gilt für einen Fleischkühlraum mit normalen Verhältnissen inbezug auf Raumisolierung, Einfuhr warmer Ware und Frischluftzufuhr. Die Erwärmung durch den Heizkörper ist der Vollständigkeit halber mitaufgenommen. Das Nachheizen der im Luftkühler untergekühlten Luft ist nicht in allen Fleischkühlräumen notwendig. Die Notwendigkeit eines Heizkörpers für einen bestimmten Fall wird nachstehend noch behandelt und in den Abbildungen dargestellt.

Als Beispiele sind in den nachfolgenden Kapiteln die folgenden Kühlräume behandelt: a) ein Vorkühlraum für Fleisch, b) ein Kühlraum für Fleisch, c) ein Gefrierraum für Fleisch, während der Ein-

Engineering Library

bringezeit und während der Lagerzeit. Für die Untersuchung der Luftzustände und deren Aenderungen ist vorausschickend zu bemerken: die Kaltluft befindet sich dauernd im Umlauf zwischen dem Kaltraum und dem Luftkühler. Der Umlauf wird zwangläufig mit einem Ventilator bewirkt. Die Abkühlung erfolgt an den kalten Flächen des Luftkühlers, der durch die Kältemaschine gekühlt wird.

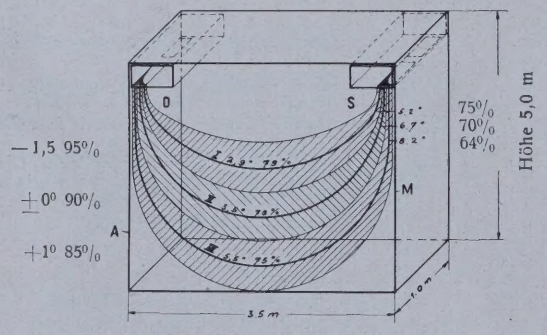
In die Untersuchungen kann nur diejenige Zeit einbezogen werden, während welcher die Kühlmaschine betrieben wird und der Ventilator läuft. Die betriebslose Zeit darf nur so lange ausgedehnt werden, als es die Schwankungen der Temperatur im Raume und die der durchgekühlten Ware, in Rücksicht auf die Luftfeuchtigkeit, gestattet. An Hand der nachstehenden Beispiele ergeben sich die Aufschlüsse über die Luftzustände in der betriebslosen Tageszeit von selbst.

a) Vorkühlraum für Fleisch.

Bei dem als erstes Beispiel untersuchten Vorkühlraum für Fleisch handelt es sich darum, frisches Schlachtfleisch ohne Einbuße an Güte vorzukühlen.

Die Erfahrungsmäßigen Bedingungen sind:

Temperatur:	+ 5° bis 8° C
Luftfeuchtigkeit:	70 bis 80 %
Fleischbeschickung für 1 m²	= 200 kg
Anfangstemperatur des Fleisches	= + 28° C
Endtemperatur des Fleisches	= + 15° C
Dauer der Kühlung des Fleisches	= 20 Stunden
Wasserabgabe des Fleisches infolge Abdunstung am ersten Tage	= 0,65 %.



A Aussenwand M Mittlere Höhe des Raumes
D Druckkanal S Saugkanal

Abb. 2. Ausschnitt von 1 m Stärke aus einem Vorkühlraum.

Der Luftstrom vom Druckkanal zum Saugkanal kann, wie in der Abb. 2 angedeutet, in 3 Streifen zerlegt, gedacht sein. Seine Geschwindigkeit ist am Kanalaustritt und Wiedereintritt den Querschnitten entsprechend größer als in der Mitte des Raumes. Bedingt durch die Form der Fleischstücke — unten dick, nach oben sich verjüngend — und gegeben durch das Fallen der kalten, schweren Luft, können für die stündlichen Luftmengen Streifen zu 60,75 und 90 m³ angenommen werden.

Die Luft muß zur Erreichung des vorgeschriebenen Feuchtigkeitsgehaltes auf — 1,5° C unterkühlt werden. Den Luftkühler wird sie noch um ein weniges tiefer gekühlt verlassen, sodaß ihr Zustand beim Austritt aus den Schlitzen des Druckkanales — 1,5° C bei 95 % relativer Feuchtigkeit sein wird.

Die sofort einsetzende Erwärmung wird dann als Anfangszustände der Streifen ergeben:

Streifen I	— 1,5° C	95 % rel. Feuchtigkeit
„ II	+ 0° C	90 % „ „
„ III	+ 1,0° C	85 % „ „

Der Wassergehalt der Luft in g/m³ — bleibt zunächst beim Abwärtsströmen gleich, denn erst beim Einströmen in die freien Lufträume zwischen den abdunstenden Fleischstücken wird Feuchtigkeit aufgenommen.

Unter Berücksichtigung der oben angegebenen Daten für die Abkühlung und Wasserabgabe des Fleisches ergeben sich in der Mitte des Querschnittes und beim Eintritt in den Saugkanal folgende Luftzustände:

Streifen I	2,9° C	79 %	5,2° C	75 %
„ II	3,5° C	78 %	6,7 C	70 %
„ III	5,5° C	75 %	8,2° C	64 %

Eine Aenderung der Betriebsverhältnisse durch Vergrößerung der stündlich umlaufenden Luftmenge, gleichbedeutend mit Verringerung der Luftkanalentfernung, führt zu tieferer Endtemperatur und zu höherer Feuchtigkeit, bezogen auf die jeweilig an den Punkten gemessenen Temperaturen. Mit ein wenig größerer Luftmenge würde also die Temperatur auf 8° und darunter sinken und die Feuchtigkeit am Ende des Streifens III auf nahezu 70 % steigen.

Sollten Firmen die verlangte Feuchtigkeit, bezogen auf die höchste im Kühlraum festgestellte Temperatur garantieren, so muß dies als unzulässig betrachtet werden, da die Instrumente für die Kontrolle der Luftzustände — Thermometer und Psychrometer — unmittelbar im Raume untereinander angebracht sein müssen.

Für einen Vorkühl-, aber auch für einen Fleischkühlraum ist eine solche Garantie bedeutungslos, denn die dargestellten Vorgänge ergeben, daß die Wärmeaufnahme aus dem Fleisch, den Wänden, dem Boden und der Decke des Raumes so groß ist, daß die relative Feuchtigkeit der Luff eher fällt, je näher sie dem Saugkanal kommt.

Die zweckmässige Anbringung der Messinstumente kann den verschiedenen Abbildungen entnommen werden, doch ist nicht zu übersehen, daß die mittleren Werte kaum einwandfrei meßbar sein werden. Der Thermometer wird von dem Fleisch bestrahlt und die Luft wird infolge Hinderungen wirbeln, daher das Psychrometer sehr verschiedene Luftzustände messen lassen. Für richtige Messungen muß deshalb in der Mitte der Luftstreifen I, II und III genügend Platz vorhanden sein.

Es ergeben sich folgende Werte:

A. Luftzustände beim Umlauf von 60,75 und 90 m³/h **ohne** Erwärmung vor dem Einströmen.

Luftmenge m³/h	Temperatur °C	Feuchtigkeit %	Temperatur °C	Feuchtigkeit %	Temperatur °C	Feuchtigkeit %	Linien i. d. Auftragung
60	— 1,5	95	2,9	79	5,2	75	I
75	0	90	3,5	79	6,7	70	II
90	+ 1	85	5,5	75	8,2	64	III

621.565
ZE
v. 35

Engineering Library

B. Luftzustände bei gleichem Umlauf, aber **mit** Erwärmung vor dem Einströmen.

Luftmenge m³/h	Temperatur °C	Feuchtigkeit %	Temperatur °C	Feuchtigkeit %	Temperatur °C	Feuchtigkeit %	Linien i. d. Auftragung
60	0	85	4,4	75	6,7	68	I
75	+ 1,5	80	5,0	73	8,2	63	II
90	+ 3,5	77,5	7,0	67	9,7	58	III

C. desgleichen beim Umlauf von 90, 105 und 120 m³ **ohne** Erwärmung vor dem Einströmen.

Luftmenge m³/h	Temperatur °C	Feuchtigkeit %	Temperatur °C	Feuchtigkeit %	Temperatur °C	Feuchtigkeit %	Linien i. d. Auftragung
90	— 1,5	95	1,0	85	3,0	81	I
105	0	90	2,0	85	4,75	75	II
120	+ 1	85	3,75	77	6,3	69	III

D. bei Umlauf wie bei C **mit** Ermärmung vor dem Einströmen.

Luftmenge m³/h	Temperatur °C	Feuchtigkeit %	Temperatur °C	Feuchtigkeit %	Temperatur °C	Feuchtigkeit %	Linien i. d. Auftragung
90	0	85	2,5	77	4,5	69	I
105	+ 1,5	80	3,5	76	6,25	65	II
120	+ 2,5	77,5	5,25	65	7,8	62	III

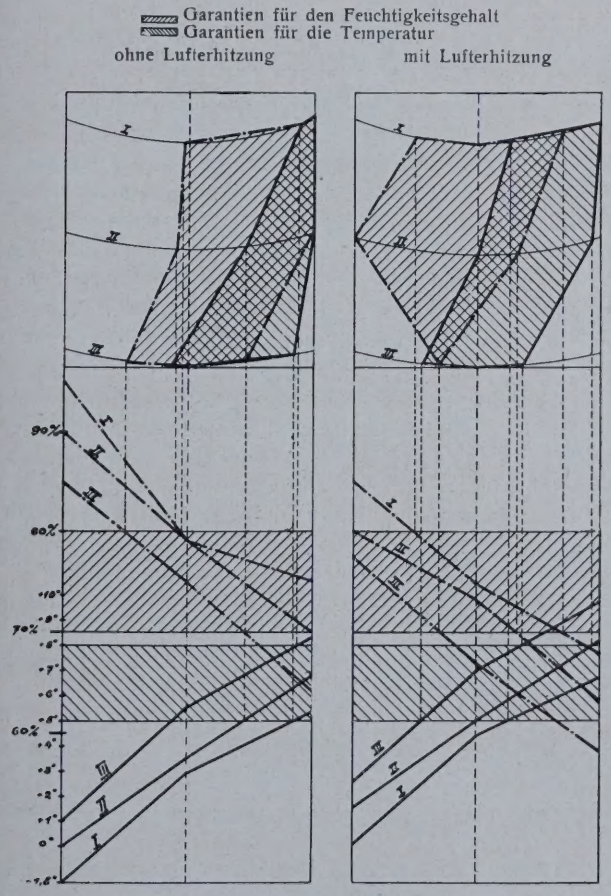


Abb. 3. Graphische Darstellungen 1 und 2 zu den Zahlentafeln A und B, bei Luftmengen von 60, 75 und 90 m³.

(In dem linken Teil der Abb. ist die erste gestrichelte Linie von rechts unten nicht weit genug (bis III), die zweite zu weit (bis I) durchgezogen)

Die vorstehenden Angaben sind in den Abb. 3 und 4 zusammengestellt. Die Garantiebereiche für die Temperatur und für die Luftfeuchtigkeit sind durch schraffierte Flächen deutlich erkennbar gemacht.

Obwohl schon aus diesen Abbildungen das Herausfallen aus dem Garantiebereich der Linien zu entnehmen ist, zeigt die Uebertragung der Schnittpunkte der Linien I, II und III mit den Garantiegrenzen auf die Luftströmungslinien noch deutlicher, in welchem Maße im Raumquerschnitt die garantierten Temperaturen und Feuchtigkeitsgehalte vorhanden sind. Die Bilder zeigen außerdem deutlich, welchen Einfluß die größere umlaufende Luftmenge

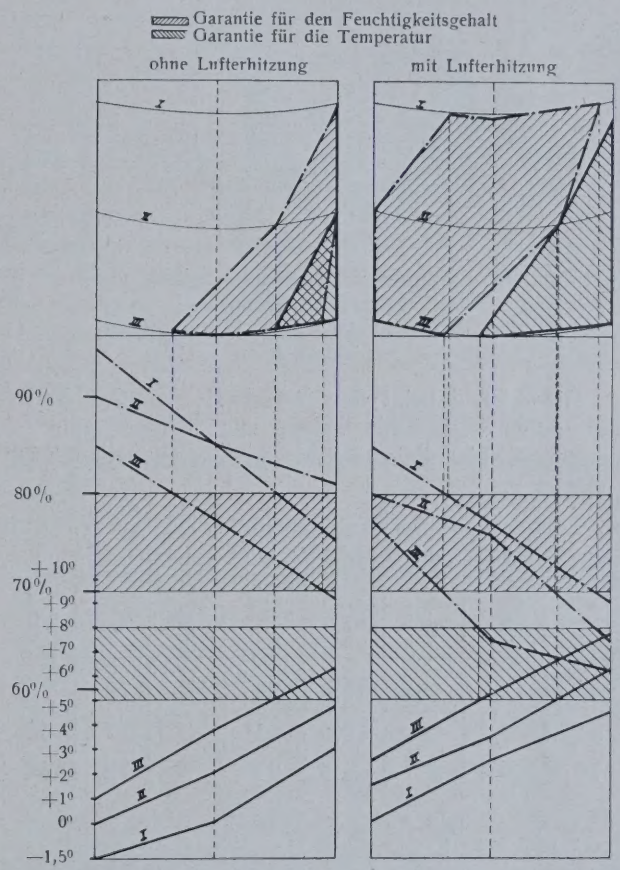


Abb. 4. Graphische Darstellungen 3 und 4 zu den Zahlentafeln C und D, bei Luftmengen von 90, 105 und 120 m³/h.

und ferner eine Erwärmung der unterkühlten Luft vor dem Einströmen in den Kühlraum hat. Besonders interessant ist der Vergleich der Schaubilder 1 mit 2 in Abb. 3 und 3 mit 4 in Abb. 4. Es werden jeweilig die Grenzen erreicht; während an die rechte Raumbegrenzung die Umgrenzungslinie des Garantiebereiches der Temperatur anschließt, trifft die linke Raumbegrenzung auf die Grenze des Garantiebereiches für die Feuchtigkeit.

Bei ausgeführten Anlagen können natürlich Abweichungen eintreten, insbesondere kann die unterkühlte Luft auch durch lange Luftkanäle erwärmt werden, durch größere Wärmezufuhr, größere Fenster usw. Schon dieses erste Beispiel zeigt, daß dem Verlangen nach Einhalten engerer Grenzen in den Luftzuständen physikalisch nur beschränkt nachgekommen werden kann. Die folgenden Beispiele werden diese Feststellung weiter bestätigen.

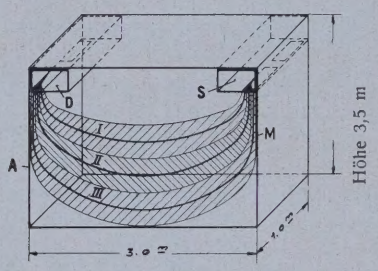
727393

b) Fleischkühlraum.

Bei diesem Beispiel ist angenommen, daß das im Kühlraum auf + 15°C vorgekühlte Fleisch auf + 3°C zu kühlen und bis zur Beendigung der Reife zu lagern ist.

Die erfahrungsmäßigen Bedingungen sind:

Temperatur:	+ 2 bis + 4°C
Luftfeuchtigkeit:	70 bis 80 %
Fleischbeschickung für 1 m²	= 150 kg
Anfangstemperatur des Fleisches	= + 15 °C
Endtemperatur des Fleisches	= + 3 °C
Dauer der Kühlung	= 30 Stunden
Wasserabgabe des Fleisches infolge Abdunstung Mittel 2. und 3. Tag	= 0,35 %.



A Aussenwand M Mitte des Raumes
D Druckkanal S Saugkanal

Abb. 5. Schnitt von 1 m Dicke durch einen Fleischkühlraum.

Die Abb. 5 zeigt den Ausschnitt von 1 m Breite aus einem Fleischkühlraum. Die Luftströmung ist sinngemäß die gleiche wie im Vorkühlraum beim Beispiel a.

A. Luftzustände bei Umfauf von 35, 55 und 70 m³/h **ohne** Erwärmung vor dem Einströmen.

Luftmenge m³/h	Temperatur °C	Feuchtigkeit %	Temperatur °C	Feuchtigkeit %	Temperatur °C	Feuchtigkeit %	Linien i. d. Auftragung
35	—1,5	95	+1,6	76	+2,9	70	I
55	—1,1	90	+0,6	81	+3,0	75,5	II
70	—0,4	86	+1,5	79	+3,4	72	III

B. Luftzustände bei der Zirkulation wie erwähnt, aber **mit** Erwärmung vor dem Einströmen.

Luftmenge m³/h	Temperatur °C	Feuchtigkeit %	Temperatur °C	Feuchtigkeit %	Temperatur °C	Feuchtigkeit %	Linien i. d. Auftragung
35	0	85	3,1	70	4,4	64	I
55	+0,4	81	2,1	77	4,5	69	II
70	+1,1	77	3,0	71	4.9	66	III

Es gelten sinngemäß die gleichen Erläuterungen wie beim Beispiel a), siehe auch Abb. 6. Für erhöhte Luftzirkulationsmengen ändern sich die Linien entsprechend wie beim Beispiel a).

Da die Garantien mit Anheizen ohne erhöhte Luftmenge erreicht werden, erübrigen sich die diesbezüglichen Untersuchungen.

c) Fleischgefrierraum.

Es handelt sich um die Aufgabe, gekühltes Fleisch von 0° C zu gefrieren und auf — 6° C zu bringen.

Die erfahrungsgemäßen Bedingungen sind:

Temperaturen:	— 6° bis — 9° C
Temperaturerzielung:	bis auf etwa — 10° C

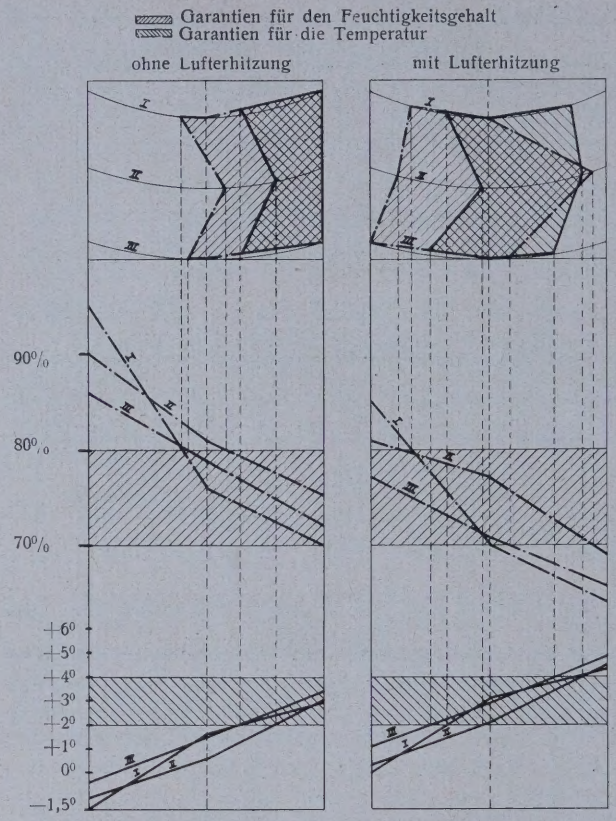


Abb. 6. Graphische Darstellung zu den Zahlentafeln A und B bei Luftmengen von 35, 55 und 70 m³

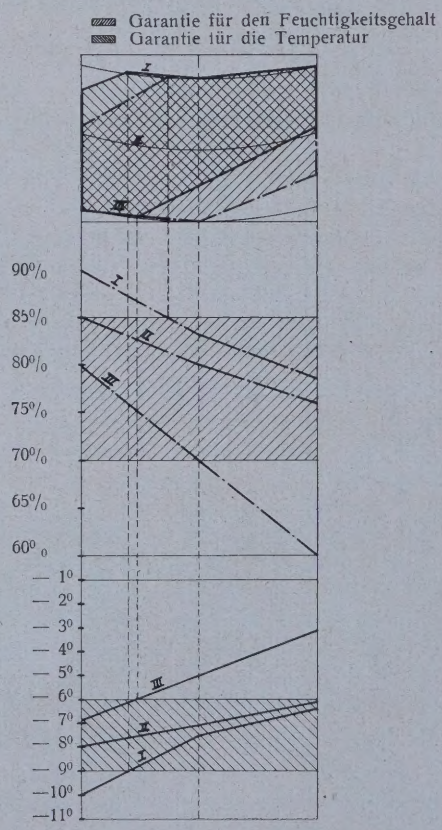


Abb. 7. Graphische Darstellung der Werte der Zahlentafel auf S. 5.

Luftfeuchtigkeit:	70 bis 85%
Fleischbeschickung für 1 m²	= 150 kg
Anfangstemperatur des Fleisches	= 0° C
Endtemperatur des Fleisches	= — 6° bis — 8° C

Dauer des Gefrierens und Abkühlens des Fleisches (3 Tage a 24 Stunden) = 72 Stunden
Wasserabgabe des Fleisches = 0,345% in 3 Tagen.

Die in 3 Streifen umlaufende Luftmengen sind in der nachstehenden Tafel wiedergegeben; der Ausschnitt des Raumes mißt 1 m in der Tiefe bei 3 m Breite und 3,5 m in der Höhe. Die stündliche Luftumwälzung ist 45-fach.

Luftmenge m^3/h	Temperatur °C	Feuchtigkeit %	Temperatur °C	Feuchtigkeit %	Temperatur °C	Feuchtigkeit %	Linien i. d. Auftragung
115	—10	90	—7,5	83	—6,4	78	I
160	—8,0	85	—7,05	80,5	—6,1	76	II
200	—6,9	80	—5,0	70	—3,2	60	III

Die Untersuchungen beziehen sich auf Fleischkühlanlagen, wie sie heute von jeder Sonderfirma zur Ausführung gelangen; neben dem Wunsche, eine leichtverständlich bildliche Darstellung der Luftzustände zu geben, sollte auch eine Anregung zu weiterer Verbesserung beispielsweise durch zeitweise Umkehrung des Luftstromes gegeben werden.
Das Kältetechnische Institut in Karlsruhe wäre vielleicht in der Lage, in dem gegebenen Sinne weitere Untersuchungen in praktischen und theoretischen Sinne durchzuführen.

Untersuchungen an Haushalt-Kältemaschinen.

Aus einer Arbeit von C. C. Spreen und L. A. Philipp.[1])

Obgleich die Zahl der Kleinkältemaschinen in den U. S. A. während der letzten Jahre ständig in starkem Wachsen begriffen ist, so wurde doch der Allgemeinheit nur wenig einwandfreies Zahlenmaterial über das Arbeiten und die Leistungsfähigkeit dieser Maschinengattung zugänglich gemacht. Die Veröffentlichungen beschränkten sich in den weitaus meisten Fällen auf Beschreibungen handelsüblicher Bauarten und Anlagen. Um hier Abhilfe zu schaffen, haben die Verfasser eingehende Versuche an einer Haushaltkältemaschine vom Junior-Typ der Kelvinator Corp. (vergl. Plank. Haushalt-Kältemaschinen Z. d. V. d. I. 1927, **40**, S. 1388.) zur Bestimmung des volumetrischen Wirkungsgrades und der Kälteleistung angestellt, über die sie im ersten Teil ihrer Arbeit berichten. Der benutzte einfachwirkende SO_2-Verdichter hatte einen Kolbendurchmesser von $1^{13}/_{16}'' = 46$ mm und einen Hub von $1^1/_2'' = 38$ mm, bei einer Umlaufzahl von 337 in der Minute. Der luftgekühlte Verflüssiger bestand aus einem Kupferrohrbündel, dessen unterer Teil als Flüssigkeitssammler diente. Das Kältemittel verdampfte in einem Solekühler bei einer Temperatur von 15^0 F $= -9^1/_2{}^0$ C, entsprechend einem Sättigungsdruck von 1.07 kg/cm² abs. Dieser Verdampfungsdruck wurde während der Versuche nicht geändert und auf die Einhaltung von Versuchsbedingungen, wie sie sich im praktischen Gebrauch ergeben, (konstante Umlaufzahl, unveränderte Füllung, keine zusätzliche Beeinflussung der Luftbewegung über dem Verflüssiger), größter Wert gelegt.

Um die Versuchsanordnung zur Bestimmung des volumetrischen Wirkungsgrades möglichst einfach zu gestalten, ermittelten ihn die Verfasser durch Ansaugen atmosphärischer Luft (Ansaugdruck 1,005 kg/cm² abs.) anstelle von Schwefeldioxyd. Da die Luft bei demselben Ausschubdruck wie bei Verwendung von SO_2 eine höhere Temperatur aufweist als dieses und demnach Zylinder und Kolben ebenfalls höhere Wandungstemperatur annehmen, so wird infolge des geringeren Ansauggewichtes der vol. Wirkungsgrad der Luft kleiner sein als der von SO_2. Die Bestimmung der von dem Verdichter tatsächlich angesaugten Luftmenge erfolgte durch Einleitung der zunächst getrockneten, hierauf verdichteten und dann bis fast auf den Atmosphärendruck gedrosselten Luft in ein geeichtes mit Wasser gefülltes Gefäß und Messung des innerhalb einer Minute verdrängten Wasservolumens, das dem von dem Verdichter angesaugten Luftvolumen gleichgesetzt wurde. Durch Division dieses verdrängten Wasservolumens durch das Hubvolumen i. d. Min. ergibt sich damit der gesuchte Wirkungsgrad, der mit wachsendem Ausschubdruck angenähert linear abnimmt. Einige der durch diesen Versuch ermittelten Werte für Luft sind in Tafel 1 zusammengestellt worden.

Tafel 1.

Ausschubdruck kg/cm² abs.	3	4	5	6	7	8	9	10
vol. Wirkungsgrad %	80%	74%	68%	63%	58%	55%	52%	49%

Zur Nachprüfung dieser Ergebnisse unternahmen die Verfasser weitere Versuche mittels einer neuen Versuchsanordnung, indem sie eine 1,6 mm starke scharfkantige Blende mit 3,2 mm Oeffnung in die Saugleitung des Verdichters einbauten und aus dem Druckunterschied vor und hinter dem Stauflansch nach Eichung ihrer Messeinrichtung die in der Minute durchströmende Luftmenge ermittelten. Die bei der zweiten Versuchsanordnung sich ergebenden Wirkungsgrade wiesen Höchstabweichungen bis zu 1 % gegenüber den nach dem Verdrängungsverfahren ermittelten auf, so daß beide Methoden für praktische Verwendungszwecke als gleichwertig anzusehen sind.

Nimmt man mit den Verfassern an, daß die vol. Wirkungsgrade beim Ansaugen überhitzter SO_2-Dämpfe dieselben seien, wie die beim Ansaugen atmosphärischer Luft gefundenen, so lässt sich bei Kenntnis des Hubvolumens des Verdichters sowie der Drücke und Temperaturen an den verschiedenen Punkten der Anlage die stündliche Kälteleistung des Verdichters rechnerisch ohne Schwierigkeit ermitteln. Um feststellen zu können, wie weit der auf diese Weise ermittelte Wert der Kälteleistung Anspruch auf Genauigkeit hat, wurden noch besondere Versuche zur Bestimmung der Kälteleistung mittels eines verbesserten Kalorimeters ausgeführt. Dieses bestand aus einem mit $3'' = 76$ mm starken Korkplatten isoliertem Kupfergefäß von quadratischem Querschnitt, mit Seitenflächen von angenähert je 900 cm² und diente zur Aufnahme der $30' = 9{,}144$ m

[1]) (Household Refrigeration. I. Some Standard Tests for Household Refrigerating Compressors. II. Service Tests on a Complete Standard Make Electric Household Refrigerator and a Recommendation for Rating Such Equipment.) Refrigerating Engineering, **13**, Heft 10. 12.

langen, gewundenen kupfernen Verdampfungsschlange von $^1/_2$" Φ eines elektrischen Heizwiderstandes sowie zweier Rührwerke innerhalb des Windungsraumes und der Kalorimeterflüssigkeit (Kerosene-Oel). Dieses Oel weist eine geringere spez. Wärme als Wasser oder Sole auf, wodurch das Wärmegleichgewicht zwischen verdampfendem SO_2 und elektrischer Arbeit in kürzerer Zeit hergestellt werden kann, und hat außerdem den weiteren Vorteil, daß sich als Heizwiderstand blanker (nicht isolierter) Draht verwenden läßt. Bei den Versuchen wurde nun nach Erreichung des Beharrungszustandes die stündliche Kälteleistung des Verdichters durch Messung des elektrischen Leistungverbrauches zur Einhaltung einer gleichbleibenden Temperatur von rd. $+2^0$ C im Kerosenebad und durch Berücksichtigung der stünddlichen Einstrahlungsverluste in das Kalorimetergefäß wie folgt festgestellt. Im Gleichgewichtszustand ist die Kälteleistung gleich dem Wärmeäquivalent der elektrischen Arbeit vermehrt um die von außen in das Gefäß eindringende Wärmemenge. Die letztere wurde durch einen besonderen Erwärmungsversuch bestimmt und ergab bei einer Raumtemperatur $75{,}7^0$ F = $24{,}2^0$ C, einem Wasserwert des Kalorimeters von 12 kcal/^{0} C, einer mittleren Temperaturänderung von $0{,}833^0$ C/h, eine stündliche Einstrahlungswärme von $12 \times 0{,}833 = 10$ kcal/h. Bei dieser Raumtemperatur wurde eine elektrische Leistung von 0,22 kW zum Aufrechthalten der Badtemperatur gemessen, der eine Wärmeleistung von $0{,}22 \cdot 860 = 189$ kcal/h entspricht. Damit ergab sich die stündliche Kälteleistung des Verdichters zu $189 + 10 = 199$ kcal/h; entsprechend der Schmelzwärme von $\frac{199 \cdot 24}{80} = 59{,}6$ kg Eis/Tag. In gleicher Weise wurde die Kälteleistung bei veränderlicher Raum-, aber gleichbleibender Verdampfungstemperatur ($-9^1/_2{}^0$ C) festgestellt, wobei sich die in Tafel 2, Spalte 1 zusammengefaßten Werte ergaben. Wenn

Tafel 2

Raumtemperatur ^{0}C	1 Kälteleistung kcal/h	1 Kälteleistung kg Eis/Tag	2 Verflüssigungsdruck kg/cm² abs.	3 Verflüssigungstemperatur ^{0}C	4 Leistungsbedarf des Elektromotors für 100 lbs. Eis/Tg = 151 kcal/h in PS	5 Leistungsbedarf des Elektromotors für die jeweilige Kälteleistung in PS
20	213	64	5,40	35,0	0,203	0,286
25	196	59	6,05	38,8	0,223	0,290
30	180	54	6,85	42,7	0,244	0,292
35	163	49	7,74	46,5	0,280	0,302
40	146	44	8,58	50,4	0,325	0,314
45	129	39	9,50	54,2	0,385	0,329
50	113	34	10,7	58,1	0,456	0,342

auch der Zustand des SO_2-Dampfes beim Eintritt in den Verdichter nicht genau ermittelt werden konnte, so war doch aus der Versuchsordnung mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß die Dämpfe in überhitztem Zustand (mindestens $8{,}5^0$ C höher als die Verdampfungstemperatur von $-9{,}5^0$ C) in den Zylinder gelangten. Die Temperatur des Raumes, in dem die Versuche ausgeführt wurden, konnte während einer Versuchsreihe auf $^1/_4$ bis $^1/_2{}^0$ C genau konstant gehalten werden, wobei ein kleiner Ventilator für möglichste Gleichmäßigkeit der Temperaturverteilung innerhalb des Versuchsraumes sorgte. Der bei den jeweiligen Raumtemperaturen sich einstellende Verflüssigungsdruck in kg/cm² abs. mit der zugehörigen Verflüssigungstemperatur ist ebenfalls in Tafel 2, Spalte 2 und 3 eingetragen worden. Ein Vergleich der versuchsmäßig gefundenen Kälteleistung unter Berücksichtigung der Ausdehnung der Dämpfe infolge der Ueberhitzung in der Saugleitung mit der rechnerisch aus dem Hubvolumen und den in Tafel 1 angegebenen Wirkungsgraden ermittelten, zeigte mittlere Abweichungen bis zu 3%. Die für den Wirkungsgrad gefundenen Werte können demnach für die praktische Auswertung als genügend genau angesehen werden. Spalte 4 der Tafel 2 zeigt noch den Leistungsbedarf des Motors (Motor-Wirkungsgrad = 68 %) für 151 kcal/h = 45,4 kg Eis/Tag (= 100 lbs/Tag) in Abhängigkeit von der Raumtemperatur; Spalte 5 den gesamten Leistungsbedarf für die jeweilige stdl. Kälteleistung.

Um die Güte und Leistungsfähigkeit verschiedener Haushaltungs-Kältemaschinen mit ihren zugehörigen Kühlschränken vergleichen zu können, schlagen die Verfasser im zweiten Teil ihrer Arbeit die Einführung des Quotienten

$$F = \frac{\text{Wattstundenverbrauch des Motors in 24 h}}{\text{Temp.-Diff.(Raum-Kühlschr.)} \times \text{Mittl.Kühlschrankfl.}} \quad (1)$$

vor, der in einfacher Weise mit der Wärmedurchgangszahl $k \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\,{}^0\text{C} \cdot \text{h}}$ und der Leistungsziffer ε wie folgt zusammenhängt: Bei einer Wärmedurchgangszahl k der Kühlschrankflächen, einer mittl Temperaturdifferenz $\triangle t\,{}^0\text{C} = (t'' - t')\,{}^0\text{C}$ zwischen Außentemperatur t'' und Kühlschrankinnentemperatur t' einer mittl. Fläche f m² des Schrankes beträgt die stdl. in den Schrank einfallende Wärme: $Q = k \cdot f \cdot \triangle t$ kcal/h. Verbraucht der Motor zur Aufrechterhaltung der Temperatur t' bei leerem Kühlschrank in 24 Stunden α Wattst., so ist die Leistungsziffer

$$\varepsilon = \frac{\text{Kälteleistung in 24 h in kcal}}{\text{Motorarbeit in 24 h in kcal}} = \frac{24\ k \cdot f \cdot \triangle t}{0{,}86 \cdot \alpha}\ \frac{\text{kcal}}{\text{kcal}};$$

daraus folgt:

$$\frac{\alpha}{f \cdot \triangle t} = \frac{24\ k}{0{,}86 \cdot \varepsilon} = F \text{ nach Defination (1)} \quad (2)$$

Der »Leistungswert« F ist also der Wärmedurchgangszahl k direkt und der Leistungsziffer ε der Maschine umgekehrt verhältnisgleich und zur Beurteilung der Gesamtanlage demnach sehr geeignet. — Wird der Kühlschrank durch einen Heizwiderstand mit b Watt belastet, so ist die Leistungsziffer:

$$\varepsilon = \frac{24\ k \cdot f \cdot \triangle t + 24 \cdot 0{,}86 \cdot b}{0{,}86\ \alpha} \text{ und}$$

$$F = \frac{\alpha}{f \cdot \triangle t} = \left\{\frac{24\ k}{0{,}86} + \frac{24\ b}{f \cdot \triangle t}\right\} \cdot \frac{1}{\varepsilon}, \quad (3)$$

woraus für $b = 0$ Gl · (3) wieder in (2) übergeht. Sind F, k, b, f und $\triangle t$ bekannt, so läßt sich ε ermitteln.

Die Bestimmung des Leistungswertes F wurde an einem »Leonard« Kühlschrank der Kelvinator-Corporation vorgenommen, nachdem die zu seiner Berechnung nach Gl. (1) benötigten Angaben versuchsmäßig festgestellt waren. Zur Ermittelung der Leistungsziffer ε aus Gl. (2) bzw. (3) ist ferner die Kenntnis Wärmedurchgangszahl k erforderlich, die die Verfasser aus einem Vorversuch bestimmten

Die Abmessungen des Kühlschrankes zeigt Tafel 3.

Tafel 3.

Bezeichnung	Breite mm	Tiefe mm	Höhe mm
Eisraum	352	387	492
Großer Vorratsraum	355	387	880
Kleiner Vorratsraum	355	387	270
Oeffnung der Eiskammer	305	—	451
Oeffnung der großen Vorratskammer	368	—	842
Oeffnung der kleinen Vorratskammer	285	—	264

Gewicht des Kühlschrankes 177 kg.
Äußere Fläche: 4,28 m^2. Innere Fläche: 2,46 m^2.
Mittlere Fläche: 3,37 m^2. Nutzraum ungef. 0,255 m^3.

Seine Isolierung bestand aus $1^1/_2$" = 38 mm starken Korkplatten, verschiedenen Lagen Asphaltfilz und Luftzwischenräumen. Die Bestimmung von k wurde in zweifacher Weise vorgenommen, einmal durch Wägung der innerhalb eines Tages geschmolzenen Eismenge, und zweitens durch Erwärmung des Kühlschrankes mittels elektr. Heizwiderstandes von bekanntem Wattverbrauch bei gleichzeitiger Messung der Außen- und Innentemperaturen. Die Außentemperatur (Raumtemperatur) konnte innerhalb von $^1/_4$ °C konstant gehalten werden. Die Feststellung der Innentemperatur erfolgte durch 6 möglichst gleichmäßig verteilten Kupfer-Konstantan Thermoelemente, deren Einzelergebnisse zu einem Mittelwert zusammengezogen wurden. Das Ergebnis der Vorversuche ist in Tafel 4 zusammengestellt und führt zu einer mittleren Wärmedurchgangszahl k = 0,62 kcal/m^2 °C h.

Tabelle 4.

Nr.	Raumtemperatur °C	Mittl. Kühlschranktemp. °C	Temperatur-Differenz °C	Geschmolzene Eismenge kg	Versuchszeit h	Mittl. Kühlsahrankfläche m^2	Wärmedurchgangszahl k kcal/m^2 °C h
1	30,8	11	19,8	13,45	24,3	3,37	0,65
2	30,5	13	17,5	12,6	28,25	3,37	0,60
				Wattverbrauch Watt			
3	30,2	51	20,8	50		3,37	0,61
						Mittelwert k =	0,62

Nach Kenntnis von k wurde der Kühlschrank mit einem Solebehälter mit einliegender Verdampferschlange und einem Kelvinator Junior Verdichter, dessen stdl. Kälteleistung bei den verschiedenen Raumtemperaturen bereits früher ermittelt worden war (s. Tafel 2), ausgerüstet und zur Durchführung der Hauptversuche geschritten. Diese erstreckten sich über den Bereich von 70 °F = 21 °C bis 100 °F = 37,8 °C Raumtemperatur und ergaben die in Tabelle 5 zusammengestellten Werte. Die bei einzelnen Versuchen vorgenommene Belastung des Kühlschrankes durch 20 Watt entsprach einer Wärmemenge von ungefähr $67 \frac{kcal}{m^3 h}$. Aus den Werten der Spalten 1, 2, 3, 5 und der mittleren Kühlschrankfläche f = 3,37 m^2 ergab sich dann der in Spalte 6 zusammengestellte Leistungswert F für jede einzelne Raumtemperatur. Mit Hilfe von F und b (Spalte 4) sowie dem durch den Vorversuch ermittelten Wert $k = 0{,}62 \frac{kcal}{m^2 °C \cdot h}$ läßt sich dann nach Gl. (2) bzw. (3) die Leistungsziffer ε (Spalte 10) ermitteln, die mit wachsender Raumtemperatur (und gleichzeitig wachsender Verflüssigungstemperatur) kleiner wird. Der durch die Wärmedurchgangszahl k, den mittleren Flächeninhalt des Kühlschrankes und die mittl. Temp. Differenz zwischen Raum und Kühlschrank gegebene stdl. Wärmeeintritt in den Kühlschrank gestattet die Berechnung der Kälteleistung des Verdichters, wenn die Betriebszeit der Maschine bekannt bzw. gegeben ist. Bei einem $k = 0{,}62 \frac{kcal}{m^2 °C \cdot h}$, f = 3,37 m^2; einer Raumtemperatur von 21,4 °C, einer Kühlschrankinnentemperatur von 7.2 °C, also einer Temperaturdifferenz von 14,2 °C, beträgt die täglich eindringende Wärmemenge $0{,}62 \cdot 3{,}37 \cdot 14{,}2 \cdot 24 = 712$ kcal, und bei einer Betriebszeit z = 3,62 Stunden je Tag (vergl. Spalte 7) die Kälteleistung $= \frac{712}{3{,}62} = 197 \frac{kcal}{h}$, entsprechend der Schmelzwärme von 59 kg Eis pro Tag. In gleicher Weise sind unter Berücksichtigung von Spalte 4 die in Spalte 8 zusammengestellten Werte für die Kälteleistung des Verdichters ermittelt worden. Vergleicht man hiermit die in Spalte 9 angegebenen, bereits früher ermittelten Werte für die Kälteleistung, (vergl. Tafel 2) so stellt der Unterschied die nicht

Tafel 5.

Nr.	1 Raumtemperatur °C	2 Mittlere Kühlschranktemperatur °C	3 Temperaturdifferenz °C	4 Belastung des Kühlschrankes Watt	5 Arbeitsbedarf des Motors kWh / 24 h	6 Leistungswert F = Wattstd. in 24 Std. / Temp.-Diff. mal Fläche W h / °C m^2	7 Betriebsstunden je Tag h/24 h	8 Kälteleistung kcal/h	8 Kälteleistung kg Eis/Tag	9 Kälteleistung nach Tabelle 2 kcal/h	9 Kälteleistung nach Tabelle 2 kg Eis/Tag	10 Leistungsziffer ε kcal/kcal
1	21,4	7,2	14,2	0	0,743	15,5	3,62	197	59	209	62,6	1,110
2	21,6	9,4	12,2	20	1,054	25,6	5,29	196	58,8	208	62,4	1,134
3	25,4	10,8	14,6	20	1,295	26,2	6,44	179	53,8	195	58,7	1,032
4	27,3	8,8	18,5	0	1,059	17,0	5,30	175	52,5	189	56,6	1,020
5	27,6	11,4	16,2	20	1,409	25,8	6,86	179	53,8	188	56,4	1,016
6	32,2	9,2	23,0	0	1,310	16,9	6,50	177[1])	53,2	172	51,7	1,028
7	32,2	12,4	19,8	20	1,650	24,7	8,24	172[1])	51,7	172	51,7	0,998
8	32,7	10,3	22,4	0	1,760[2])	23,3	8,76	161	48,3	170	51,1	0,930
9	38,2	11,8	26,4	0	1,857	20,9	9,20	144	43,2	152	45,6	0,829

[1]) Durch Meßfehler beeinträchtigt.
[2]) Hiervon 0,336 kWh = 290 kcal zur Eisherstellung.

versuchsmäßig erfaßten Kälteverluste in den Zuleitungen, sowie Meßfehler bei Bestimmung von k und $\triangle$ t dar, die bei einer »Schätzung« der Kälteleistung aus k, f, $\triangle$ t und z mit berücksichtigt werden müssen. Zum Schluß empfehlen die Verfasser die Festlegung bestimmter »Normaltemperaturen« für die Raum- und Kühlschrankinnentemperatur, für die sie $t'' = 80\,^0$ F = + 26,7 ^{0} C, bzw. $t' = 45\,^0$ F bis $50\,^0$ F = 7,2 ^{0} C bis 10 ^{0} C für besonders geeignet halten. Es dürfte sich empfehlen, auf Grund der obigen Darlegungen ähnliche Versuche mit anderen maschinell gekühlten Schränken vorzunehmen, um weitere Vergleichszahlen zu gewinnen.

(Schluß folgt).

E. Oestert.

Normen für die Untersuchung von Kühlschränken?

Martin Krause.

Der Maschineningenieur ist gewohnt, die Güte einer Kältemaschine nach der Leistungsziffer $\frac{Q_0}{AL}$ zu beurteilen und geneigt, diese Gewohnheit auch auf Kühlschränke zu übertragen, bei denen jedoch die Verhältnisse wesentlich anders liegen als bei großen Maschinen. Denn hier sind die Einstrahlungsverluste von ähnlicher Größenordnung wie die Kälteleistung der Maschine und die Güte des Schrankes ist von ausschlaggebendem Einfluß.

In der vorstehenden Arbeit von Spreen & Philipp wird der Vorschlag gemacht, einen Ausdruck $F = \frac{\text{Stromverbrauch des Motors in kWh (Tag)}}{\Delta T \times \text{mittlere Kühlschrankfläche}}$ zu bilden, wobei ΔT die Temperaturdifferenz zwischen Kühlraum und Außenraum ist.

Diesem Vorschlag liegt der sehr richtige Gedanke zu Grunde, daß es dem Besitzer des Kühlschrankes keineswegs nur auf eine gute Leistungsziffer der Maschine ankommt. Aber der vorgeschlagene Ausdruck erscheint nicht glücklich gewählt. Denn wenn z. B. die Kältemaschine gerade ausreicht, um eine gewisse Temperaturdifferenz aufrecht zu erhalten, so kann bei guter Bauart von Kältemaschine und Motor, F sehr klein, also günstig werden und doch ist der Kühlschrank für den Besitzer unbrauchbar, weil die Maschine zu klein ist und keine Nutzleistung hergibt. Diese allein ist aber für den Besitzer von Wert. Die Größe der Nutzleistung hängt ab von der Größe der Kältemaschine im Verhältnis zum Schrank, aber auch von der Größe des nutzbaren Raumes im Schrank. Es erscheint notwendig, zu Vereinbarungen über die Anforderungen zu kommen, die man an einen maschinengekühlten Schrank mindestens zu stellen hat sowie über Normaltemperaturen innen und außen. Diese Einigung vorausgesetzt, ist Q_0 für einen bestimmten Schrank nach oben begrenzt durch den verfügbaren Raum V. Also $Q_{0\,max} = V \cdot \Delta t \cdot \gamma \cdot c$, wobei Δt die Abkühlung, γ das spez. Gewicht in kg/m^3 und c die spezifische Wärme des Gutes ist. Um irgend eine Zahl zu nennen, wird man etwa sagen können, daß man in 1 m^3 Kühlschrank Ware von einem $\gamma \cdot c$ (Wasserwert) von 100 $\frac{\text{kcal}}{^0\text{C} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{Tag}}$ einbringen kann. Nimmt man ferner eine Δt von 20 ^{0} C an, so ist

$$Q_0\,max = V \cdot 2000 \text{ kcal/Tag}$$

Die tatsächliche, durch Versuch zu ermittelnde Kälteleistung hängt von der Größe der Kältemaschine ab.

Ist die Maschine zu klein, dann wird $Q_0\,max$ nicht erreicht, weil die Temperaturabsenkung nicht weit genug getrieben werden kann. Ist die Maschine sehr reichlich bemessen, so wird sie im allgemeinen nicht voll ausgenützt werden, da sie nach Erreichen einer bestimmten tiefsten Lufttemperatur automatisch abgestellt wird oder wenigstens abgestellt werden soll. Es ist nicht zu verkennen, daß hinsichtlich der Ausnützung des Raumes und der Kälteleistung der Maschine Unterschiede zwischen den Schränken für den Haushalt und für das Gewerbe bestehen werden. Es wäre sehr nützlich, wenn hierfür Normen aufgestellt würden, die einheitliche Gesichtspunkte für die Beurteilung von Kühlschränken ermöglichen würden.

Zeitschriftenbericht.

Kälteverwendung.

Das Ottesen-Gefrierverfahren in den Vereinigten Staaten von Nordamerika.

In dem Oktoberheft der »Fischwirtschaft« (neue Folge der Mitteilungen aus dem Institut für Seefischerei Wesermünde-G., Jahrgang 3. Heft 10) berichtet Herr Direktor Dr. Schlienz über einen Aufsatz in der letzten Nummer des »Pacific Fisherman«, derzufolge die San Juan Fishing and Packing Company in Seattle als erste in Amerika eine größere Gefrieranlage nach dem Ottesensystem in Betrieb genommen hat. Die nach diesem neuzeitlichen Verfahren gewonnenen Ergebnisse haben vollen Erfolg gezeitigt, so daß die Gesellschaft beabsichtigt, in diesem Jahre ca. 30 000 Zentner der verschiedenartigsten Fische einzufrieren. Sie glaubt, daß das Luftgefrierverfahren in Kürze durch das Ottesenverfahren — jedenfalls in ihren Betrieben — völlig verdrängt sein wird. Auch in den Anlagen dieser Gesellschaft in Seward in Alaska soll eine solche Ottesen-Anlage errichtet werden.

Die technischen Einrichtungen dieser Gefrieranlage weichen insofern von den bekannten und auch in Deutschland bisher üblichen Ausführungen ab, als hier eine große Trommel als Einfrierapparat benutzt wird, in die durch viele feine Düsen die kalte Sole gepreßt wird. Der Gefriertank ist 4,50 m lang, 1,50 m breit und 1,50 m hoch, mit 5" Korkisolierung ausgekleidet und an den Seiten mit Blech abgedeckt. Eine Bedeckung des ganzen Tanks ist nicht vorgesehen, da der sich an der Oberfläche der Sole schnell und dicht bildende Schaum eine gute Isolierung nach oben bewirkt und gleichzeitig Verunreinigungen aus der Sole herauszieht. Ein zwischen Gefrierer und Verdampfer eingeschaltetes feines Sieb hält den vom Fisch abgespülten Schmutz und Schleim fest. Der Soleumlauf innerhalb der Trommel soll sehr gut sein, so daß jeder einzelne Fisch berührt, ein Zusammenfrieren aber vermieden wird. Zur Reinigung oder Ausbesserung kann der Gefrierbehälter rasch entleert werden. Die Gefrierdauer für kleinen Heilbutt beträgt etwas über 2 Stunden. Ganz großer Heilbutt wurde über Nacht gefroren. Die Leistungsfähigkeit der Anlage beträgt 2,5 Tonnen Fische in der Stunde. Abmessungen des Verdampfergefäßes:

12,80 m lang; 4,60 m breit und 1,50 hoch. Dieser Behälter ist gleich so groß vorgesehen, daß später zwei Gefrierapparate von oben beschriebener Größe bedient werden können. Nach beendetem Gefrierprozeß werden die Fische in gelochten Eisenblechkästen in den Spülbehälter getaucht, der mit Wasser von 15° C gefüllt ist. Hierauf werden die Fische in die Kühlräume (Temperatur —7° bis —8° C) gebracht, wo sie erst am nächsten Tage glasiert werden.

Der Leiter des Gesamtunternehmens ist der Ansicht, daß er mit diesem neuen Verfahren nicht nur eine glänzende Entwicklung für seine San Juan Fishing & Packing Company erreichen, sondern daß er auch die führende Rolle in der gesamten Fischgefrier-Industrie von Nordamerika für lange Zeit innehaben wird.

Die Bedeutung, die der gefrorene Fisch in Amerika hat, geht aus der nachfolgenden Aufstellung des Bureau of Fisheries deutlich hervor.

Kühlhausbestände an Fisch am 15. Juli 1927.

Art	Gesamtbestände 15. Juli 1927 engl. Pfund	15. Juli 1926 engl. Pfund	eingefroren vom 15. 6. 26 bis 15. 6. 27 engl. Pfund
Süßwasserfische	1926520	1322093	336590
Kabeljau, Schellfisch, Seehecht usw.	1206658	1319861	177560
Heilbutt	9020116	8018732	1566760
Heringe	2580696	2567666	618759
Seeforellen (trutta lacustria)	595407	672915	104839
Makrelen	4678558	6352132	1300991
Hecht	1737699	1987268	220903
Sablefische	470515	754016	164855
Lachs, chinook	1233459	789597	809820
Lachs silver	1111232	377706	183949
Lachs, fall and pink	165900	71349	40266
Lachs, steelhead trout	194928	440077	184795
Sonstige Lachse	1692454	1378768	613175
Weißfische	702288	696969	177298
Wittlinge	2621055	6696870	871589
Sonstige Fische	12107687	12159671	1870209
Gesamtmenge gefr. Fische	42045172 lbs.	45605690 lbs.	9242358 lbs.
umgerechn. in kg	19088508 kg	20704983 kg	4196031 kg

Oestert.

Wärmeschutz

Einfluß der Feuchtigkeit auf die Wärmeleitung von Isolierstoffen. L. F. Miller. Refrigerating Engineering **14**, 5, November 1927.

4 in Amerika vielfach verwendete organische Isolierstoffe wood fibre, (Holzfiber), flax fibre, (Flachsfiber), cane fibre, (Rohrfiber), vagfelt, (Tuchlagen) wurden auf die Aufnahme von Feuchtigkeit aus der Luft geprüft und das Anwachsen der Wärmeleitzahl mit dem Wassergehalt des Stoffes bestimmt.

Verschiedenes

Ergebnisse der Deutschen Seefischerei. Hans Marzell. Wirtschaftsdienst (Hamburg) 1927. Heft 49.

Deutschland besass 1913 254 Fischdampfer, 1924 400, 1925 395, 1926 369 Fischdampfer. Die Dampferzahl ist also seit 1924 zwar etwas gesunken, ist aber immer noch um 50% über dem Vorkriegsbestand. Die Wirkung dieser zahlenmäßigen Vergrößerung wird durch den Uebergang der Reedereien zu größeren und moderneren Fahrzeugen noch verstärkt. Die im Vergleich zu 1913 sehr starke Zunahme der Gesamtfänge der deutschen Seefischerei ist in der Hauptsache durch diese Vergrößerung der Fischdampferflotte bedingt. Die Fangergebnisse des laufenden Jahres dürften auf Grund der Ausweise um 8 bis 10% über denjenigen des Vorjahres liegen. 1926 übertrafen sie das Ergebnis des besten Jahres der Vorkriegszeit um etwa 54 Mill. kg oder 30%. Besonders bei der Dampferflotte sind die Fänge mehr als doppelt so groß wie 1913.

Fangergebnisse der deutschen Seefischerei

(Zusammengestellt nach den vom Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft herausgegebenen Jahres- bezw. Monatsberichten über die deutsche Seefischerei.)

(in Mill.)	Hochseefischerei Menge in kg	Hochseefischerei Wert in RM	Gr. Heringsfischerei Menge in kg	Gr. Heringsfischerei Wert in RM	Hochseekutterfisch. Menge in kg	Hochseekutterfisch. Wert in RM	Küstenfischerei Menge in kg	Küstenfischerei Wert in RM	Insgesamt Menge in kg	Insgesamt Wert in RM
1924 . . .	128	33	20,6	7,3	2	1	68	13	218,5	54,9
1925 . . .	136	35,5	10,7	4,6	2	1	61,1	14,6	209,8	55,7
1926 . . .	160	38,5	15,5	6,4	2,5	1.25	58	15	236,3	61,15
Jan.-Aug. 27	106	23	—	—	—	—	—	—	—	—

1913 insgesamt 180 Mill. kg im Werte von 45 Mill. RM. davon 85 Mill. kg im Werte von 21 Mill. RM bei der Hochseefischerei.

Zu den Deutschland gelandeten Fängen kommen hier noch die Anlandungen im Ausland, so daß sich folgende Gesamtfänge der Hochseefischerei ergeben:

	Anladungen in deutschen Häfen Mill.kg	% d. Ges'fanges	Anlandungen in ausländischen Häfen Mill.kg	% d. Ges'fanges	Zusammen Mill.kg
1924 .	127	70	57	30	185
1925 .	136	72	52	28	188
1926 .	160	74	57	26	217

[1]) 1913: 85 Mill. kg.

Die für diese Fänge erzielten Erlöse und Durchschnittspreise sind aber verhältnismäßig gering. Die Gesamtdurchnittspreise liegen immer noch unter dem Stande von 1913, woraus sich ergibt, daß die Hochseefischerei ihre Gewinne keineswegs einer Preissteigerung, sondern lediglich der Umsatzsteigerung bei außerordentlich niedrigen Preisen verdankt. Dies beweisen auch die monatlichen Durchnittspreise des

[1]) Januar 15, März 9, April 11, Mai 8, Juni 10, Juli 7, Aug. 9 Rpf. je Pfd. [2]) Januar-Aug. 1927. [3]) Nach den Jahresberichten des Reichsernährungsministeriums. [4]) Nach den Berichten der Konferenz deutscher Fischereiverwaltungen.

laufenden Jahres, welche sich für die in Deutschland gelandeten Fischdampferfänge wie folgt stellen:

Erlöse und Durchschnittspreise der Fischdampferfänge.

	Mill. RM	Ges'durchschnittspreis in Rpf je Pfd.	D'sch.-Pr.d. Anlad in Deutschl.	Rpf. je Pfd Grossbrit	Holland
1913 [3])	21	—	12,4	—	—
1924 [3])	43	11½	13	8	19½
1925 [3])	44,7	12	13	8½	15
1926 [3])	49	11	12	8½	15½
1927 [2])[4])	20,7	—	10[1])	—	—

Die mehrfach laut gewordenen Klagen über zu hohe Fischpreise können daher nicht die Reedereien sondern nur den Fischhandel und zwar insbesondere den Kleinhandel treffen. Der Großhandelspreis wird zurzeit bestimmt durch die im Verhältnis zu den vorhandenen Absatzmöglichkeiten zu großen Anlandungen.

Der Seefischverbrauch betrug in Deutschland auf den Kopf der Bevölkerung gerechnet: 1913 5 kg, 1925 8 kg, 1925 8½ kg. Gegenüber 1913 ist die Steigerung sogar beträchtlich, und da die Einfuhr zurzeit ungefähr die gleiche ist wie vor dem Kriege, so ist diese Erweiterung des deutschen Marktes ausschließlich der deutschen und hauptsächlich der Hochseefischerei zugute gekommen.

Zu wünschen wäre, sowohl im Interesse der deutschen Handels- und Zahlungsbilanz wie im Interesse der Fischereiunternehmungen, eine weitere Steigerung des Absatzes auf Kosten der Auslandskonkurrenz. Denn während die Hochseefischerei gezwungen ist, einen nicht unerheblichen Teil ihrer Fänge im Ausland zu landen, führt Deutschland Fischmengen ein, die größer sind als die Fänge der gesamten deutschen Seefischerei. Es ist dies anscheinend eine volkswirtschaftliche Widersinnigkeit, die sich nur aufklärt, wenn man die eingeführten und die im Ausland gelandeten Fischsorten betrachtet. Den größten Anteil an der Einfuhr haben nämlich die Heringe. Dagegen handelt es sich bei den Auslandsanlandungen vorwiegend um aus der Islandfischerei stammende große Kabeljau und ähnliche Sorten, welche in Aberdeen zu Klippfisch verarbeitet werden. Die Klippfischwerke und Fischmehlfabriken haben für die deutsche Fischerei bereits heute große Bedeutung und nehmen erhebliche Fischmengen auf. 1926 wurden an die Klippfischwerke 18,8 Mill. Pfund, an die Fischmehlfabriken 10,3 Mill. Pfund abgegeben.

Ein gewisser Aufschwung ist in letzter Zeit bei der deutschen Hochseefischerei zu beobachten. Sie konnte sich die hohen Fischpreise, die zur Zeit des Bergarbeiterstreiks in England zu erzielen waren, zu nutze machen und hat in den beiden letzten Jahren eine außerordentlich günstige Fangsaison gehabt. Insbesondere die Trawlheringsfänge waren ungewöhnlich gut und erbrachten 1926 ungefähr ein Viertel der gesamten Fischmengen, welche durch Fischdampfer in Deutschland gelandet wurden. Da für den Trawlhering, das heißt für den mit dem Grundschleppnetz von Fischdampfern gefangenen Hering, Absatzschwierigkeiten nicht bestehen, hat die Dampfhochseefischerei in diesen Fängen ein gewisses Gegenwert gegen die aus den Absatzschwierigkeiten anderer Fischsorten sich vielleicht ergebenden Verluste.

Auch produktionstechnisch entwickelt sich die Hochseefischerei günstig. Die Bautätigkeit war zwar in den letzten Jahren gering, aber die Entwicklung der Fischdampferflotte zu größeren Typen geht stetig vorwärts. Der Größe nach verteilen sich die Dampfer folgendermaßen: unter 100 t: —; 100 bis 200 t: 32 Dampfer; 200 bis 300 t: 333; über 300 t: 9 Dampfer.

Auch das Alter der Fischdampfer ist günstig. Nur sehr wenig Dampfer sind über 25 Jahre, weit über die Hälfte noch nicht 10 Jahre alt. Im einzelnen ist die Verteilung folgendermaßen: unter 5 Jahren 38 Dampfer, 5 bis 10 Jahren 169 Dampfer, 10 bis 15 Jahren 88 Dampfer, 15 bis 20 Jahren 36 Dampfer, 20 bis 25 Jahren 29 Dampfer, über 25 Jahre 14 Dampfer.

Ein produktionstechnische Neuerung bedeutet ein mit Unterstützung des Reiches gebautes Gefrierschiff. Es soll zum Einfrieren der Fische an Bord und damit zur Verbesserung der Qualität der durch die Länge der Fangreisen zuweilen in schlechtem Zustand ankommenden Ware dienen.

In dem Kampf um den Absatz sind in den letzten Jahren einige Hochseefischereigesellschaften erlegen, deren Tonnage im Wege des Kaufs oder der Fusion von anderen Firmen erworben wurde. Dadurch ist die Rationalisierung und Konzentration des Kapitals in der deutschen Hochseefischerei weit vorgeschritten. Neben vielen anderen Zusammenschlüssen vollzog sich am 1. Januar 1927 als größte Fusion die Vereinigung der Cuxhavener Hochseefischerei A.-G. mit der Deutschen Seefischerei A.-G., Cuxhaven. Dadurch ist die Cuxhavener Hochseefischerei die größte Fischereigesellschaft Deutschlands und der Welt geworden. Neben ihren eigenen 85 Fischdampfern werden bei ihr noch 18 Dampfer einer italienischen Gesellschaft, die die Fischerei in den nordeuropäischen Gewässern betreibt, bereedert.

	10 Monate 1927				1926				1925				Einfuhrüberschuss 1925		1926		Einfuhrüberschuss 10 Monate 1927	
	Einfuhr		Ausfuhr		Einfuhr		Ausfuhr		Einfuhr		Ausfuhr							
	1000 kg	1000 RM	1000 kg	1000 RM	1000 kg	1000 RM	1000 kg	1000 RM	1000 kg	1000 RM	1000 kg	1000 RM	1000 kg	1000 RM	1000 kg	1000 RM	1000 kg	1000 RM
a) . .	104930	21964	3604	817	146288	29731	3978	1068	123012	29837	2307	779	120705	29058	142310	28663	101326	21147
b) . .	18662	8416	4918	2474	19740	10420	5296	2305	20243	11717	5245	2581	14998	9136	14444	8115	13744	5932
c) . .	94562	37846	603	218	112419	45609	1837	745	142360	53395	11007	4403	131353	48992	116582	44864	93859	37628
d) . .	1699	4217	61	198	10567	11387	3675	2600	8643	12109	4529	3709	4114	8400	6892	8787	1638	4019
e) . .	7026	11274	889	1294	6564	10008	596	1182	11638	20599	748	1308	10890	19291	5968	8326	6137	9980
Zus.	226879	83717	10075	5001	295578	107155	15382	7900	305896	127657	23836	12780	282060	114877	280196	99255	216704	78706

a) Frische Heringe. b) Frische Fische ausser Heringen. c) Gesalzene Heringe. d) Zubereitetete Fische. e) Sardinen usw.

Bilanzen deutscher Hochseefischerei-gesellschaften.

(in 1000 RM.)	Abschluß-termin	Aktien-kapital		Grundst., Gebäude, Anlagen		Dampfer und andere Fahrzeuge		Waren und Vorräte		Debitoren		Wertpap. und Beteiligung		Kasse, Wechsel, Schecks, Bankguthaben		Kreditoren		Rein-gewinn		Abschrei-bungen		Rohgew. bzw. Verlust		Dividende in %	
		1926	1927	1926	1927	1926	1927	1926	1927	1926	1927	1926	1927	1926	1927	1926	1927	1926	1927	1926	1927	1926	1927	1926	1927
Cuxhavener Hochseefischerei . . .	30.6.	4048	8048	502	749	3982	7614	430	909	735	795	800	1073	174	136	1538	2030	249,7	436	284	417	533	1653	5	8
Dt. Dampffischerei-Ges. „Nordsee" . .	30.6.	8000	5400	8000	6506	3030	2226	654	858	374	1146	618,6	648	92	104	621	1114	567,8	1047	359	701	1672	2119	6	8
Hochseefischerei:																									
Altona	31.12.	1805	—	—	—	1197	—	—	—	171	—	499	—	256	—	142,7	—	108	—	88	—	195	—	6	—
Hansa	31.12.	1805	—	—	—	1116	—	—	—	121.5	—	523	—	394	—	143,8	—	122	—	101	—	207		6	—
Bremerhaven . . .	30.6.	2000	2000	430	288	1744	1522	6,8	—	498	997	55,7	42	[1])0,7	[1])0.4	108	89,8	11.7	146	191	167	202,1	301,7	—	7
J. Wieting A.-G. .	31.12.	600	—	7.5	—	1358	—	101,6	—	14,5	—	14,6	—	1.2	—	28,9	—	37,8	—	79	—	118	—	5	—
Nordstern	31.12.	1520	—	7,3	—	1429	—	37	—	110	—	87	—	0,7	—	113	—	66,7	—	76.7	—	143	—	4	—
Norddeutsche . . .	30.6.	—	1007	—	35	—	822	—	129	—	212	—	62	—	—	—	29	—	53,3	—	69	—	84	—	5
Leerer Heringsfischerei A.-G. [4])	30.6.	1000	—	182	—	690	—	187	—	31	—	12	—	0,4	—	304	—	—	—	—	—	[3])366	—	—	[3])
Bremen-Vegesack Fischl ges. A.-G. [4])	30.6.	1500	—	847	—	773	—	233	—	—	—	35	—	1,3	—	243	—	—	—	—	—	[3])330	—	—	[3])

[1]) Bankguthaben unter Debitoren verbucht. [2]) Darunter: 330 Verlust. [3]) Verlust. [4]) Heringsfischereien.

Bücherbericht

J. Ritter. Kalender für Heizung-, Lüftungs- und Badetechniker. 33. Jahrgang, Preis 3,60 Mk. Halle a. d. S. Carl Marhold, Verlagsbuchhandlung.

Der altbekannte Kalender enthält in seinen 423 Seiten 56 Abb. und 120 Zahlentafeln sehr viel Nützliches.

Dr.-Ing. J. S. Cammerer. Wirtschaftlichste Isolierstärke bei Wärme- und Kälteschutzanlagen und Wärmeabgabe isolierter Rohre bei unterbrochener Betriebsweise. Berlin, Industrieverlag von Herrnhaußen AG., für den Buchhandel. M. Krayn.

Hütte. Taschenbuch für den praktischen Chemiker. Zweite Auflage, Berlin, Wilhelm Ernst & Sohn. Preis in Leinen RM. 28,00 in Leder RM. 31.

Unfallverhütungs-Kalender 1928. Herausgegeben von der Unfallverhütungsbild G. m. b. H. beim Verband der Deutschen Berufsgenossenschaften, Berlin W. 9.

Die Statistik zeigt immer wieder, daß die Mehrzahl der Betriebsunfälle auf mangelnde Einsicht in bestehende Gefahren, auf Leichtsinn, Sorglosigkeit und Unachtsamkeit zurückzuführen ist. Dieser Erscheinung kann nur eine dauernde Aufklärung der Kreise entgegenarbeiten, die berufsgemäß den Betriebsgefahren ausgesetzt sind und infolgedessen auch gegen diese Gefahren abstumpfen.

Der für das Jahr 1928 vorliegende Unfallverhütungs-Kalender will dem Arbeiter dies Aufklärungsmittel in einer Form in die Hand geben, die ihn bei jeder Gelegenheit an die Fürsorge für die eigene Sicherheit und die seiner Mitarbeiter erinnert. Es ist deshalb zu wünschen, daß der Kalender möglichst weite Verbreitung findet und so neben seiner praktischen Brauchbarkeit seinen weiter gespannten Zwecken, der Verhütung von Unfällen dienen kann.

Ala Haasenstein & Vogler-Zeitungs-Katalog 1928.

Der große Zeitungskatalog der Ala Haasenstein und Vogler für das Jahr 1928 (53. Auflage) ist erschienen, Der stattliche, gediegen ausgestattete Band legt Zeugnis ab von sorgfältiger, gewissenhafter Arbeit und zeigt eine auf Sachkenntnis beruhende Bewältigung des ungeheuren Materials, welches die Presse Deutschlands und des Auslandes darstellt.

Das Werk dürfte für jeden, der mit der Presse in Verbindung steht, sei es nun als Mitarbeiter oder Inserent, unentbehrlich sein, denn es wird eine vollkommene und zuverlässige Uebersicht über die Weltpresse mit allen ihren Einzelheiten geboten.

Kleine Mitteilungen.

Herr Dr. **Fritz Coorper,** der seinerzeit die Werkbundausstellung in Köln 1914 geleitet hat, ist von der Berliner Bauausstellung gemeinsam mit Herrn Dr. Georg Stohn zum Geschäftsführer gewählt worden.

Der Vorstand besteht bekanntlich aus den Herren Baurat Dr. Riepert, Direktor Dr. Hillmann und Baumeister Heuer.

Mitteilungen des Normenausschusses.

Kennzeichen für Armaturen — Armaturen — **DIN ENTWURF 1 E 3400**

Einspruchsfrist 1. Februar 1928
Alle Zuschriften doppelt erbeten

Jede Armatur soll mit folgenden Kennzeichen versehen sein, die aufgegossen oder durch Schilder angebracht werden können:

1. Nennweite

Größe nach DIN 2402 Nennweiten

2. Nenndruck

Abkürzung ND und die entsprechende Größe nach DIN 2401 Druckstufen

3. Werkstoff

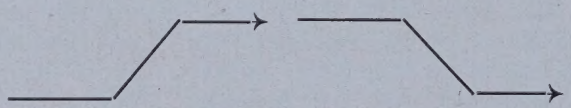
Abkürzung durch:

Ge = Gußeisen Stg = Stahlguß St = Flußstahl

Bei Rotguß ist ein Kurzzeichen überflüssig.

4. Pfeil, der die Strömungsrichtung angibt

Bei Dampfarmaturen soll die Form des Pfeiles angeben, ob der Ventilkegel von unten oder oben umströmt wird.



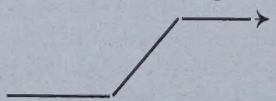
Bei Hähnen und Schiebern ist die Angabe der Durchflußrichtung nicht notwendig.

5. Hersteller- oder Ursprungszeichen

Sie werden unter dem Kennzeichen angeführt.

Beispiel für Kennzeichenanordnung auf grossen Armaturen:

150 ND 40 Stg



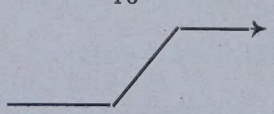
Hersteller

(Nennweite 15, Betriebsdruck H 32 = Nenndruck 40, Werkstoff: Stahlguss, Durchflussrichtung, Hersteller oder Ursprungszeichen)

Beispiel für Kennzeichenanordnung auf kleinen Armaturen:

Vorderseite: 16

Rückseite: ND 25 Stg



Hersteller

(Nennweite 16, Durchflussrichtung, Hersteller oder Ursprungszeichen)

(Betriebsdruck G 20 = Nenndruck 25 Werkstoff: Stahlgnss)

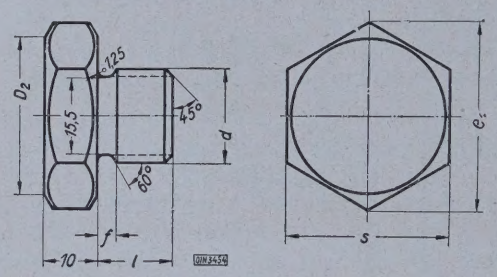
Fachnormenausschuß für Rohrleitungen
Fachnormenausschuß für Armaturen

1. Dezember 1927

Indikatorverschlußschrauben Armaturen — **DIN ENTWURF 1 E 3454**

Einspruchsfrist 1. Februar 1928
Alle Zuschriften doppelt erbeten

Maße in mm



Bezeichnung einer Indikator-Verschlusschraube mit Whitworth-Gewinde $^3/_4$" aus Flusstahl, blank:

Indikator-Verschlußschraube $^3/_4$" DIN 3454
Flußstahl, blank

Gewinde Nenndurchmesser h	l	Schlüsselnweite s Grösstmass	Schlüsselnweite s Kleinmass	Eckenmass c_2	Spiegeldurchmesser D Kleinstmass	f	Verwendung für
M 18×1,5	12	32	31,75	31,75	31	2	Bewegliche Verbrennungskraftmaschinen
$^3/_4$"	15					4	Dampfmaschinen, Pumpen, Kompressoren, ortsfeste Verbrennungskraftmaschinen

Gewinde: Whitworth-Gewinde nach DIN 11
Metrisches Feingewinde 3 nach DIN 253
Ausführung: Blank oder vernickelt
Werkstoff: Flusstahl
Sondermessing nach DIN 1709

Fachnormenausschuß für Armaturen

1. Dezember 1927

Patentbericht.

Anmeldungen.

17a, 1. W. 74445. G. H. Walb & Co., Mainz, Zweigniederlassung der Gesellschaff für Linde's Eismaschinen A.-G., Mainz-Kostheim. Kälteanlage 8. 12. 26.

17a, 13. F. 57182. Dipl.-Ing. Erich Freundlich, Düsseldorf-Oberkassel, Sonderburgstr. 24. Schlangenverdampfer für Kältemaschinen. 25. 10. 24.

17c, 3. Sch. 82124. Dr. Peter Schlumbohm, Berlin W. 62, Lützowplatz 3. Vorrichtung zum Kühlen mittels Kältesalz durch Lösung. 21. 3. 27.

17c, 4. R. 70794. Wilhelm Rohrbeck, Berlin-Reinickendorf-Ost, Residenzstr. 33. Kühlschrank mit herausnehmbarem Eisbehälter. 4. 4. 27.

17d, 5. E. 30785. Erste Brünner Maschinen-Fabriks-Gesellschaft, Brünn, Tschechoslowakische Republik; Vertr.: Dipl.-Ing. H. Caminer, Pat.-Anw., Berlin W. 62. Luftabsaugevorrichtung für Kondensationsanlagen. 12. 5. 24. Oesterreich 6. 5. 24.

17a, 8. P. 54055. Platen-Munters Refrigerating System, Aktiebolaget, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW. 11. Verschluß für Absorptionskälteapparate. 20. 11. 26. V. St. Amerika. 21. 11. 25.

17c, 4. D. 54056. Hermann Denecke, sen., Berlin-Lankwitz, Charlottenstr. 45. Kühlschrank. 8. 10. 27.

17a, 4. Z. 16424. Gabriel Zwicky, Winterthur, Schweiz; Vertr.: A. Elliot, Pat.-Anw. BerlinSW. 48 Schwimmerregler. 4. 3. 26.

17a, 6. B. 119315. Sperling & Co., Kom.-Ges., Hamburg. Kleineismaschine. 11. 4. 25.

17a, 9. S. 73658. The Silica Gel Corp., Baltimore, V. St. A.; Vertr.: Dr. G. Döllner, M. Seiler und E. Maemecke, Pat.-Anwälte, Berlin SW. 61. Kühlverfahren. 11. 3. 26. V. St. Amerika 11. 3. 25 und 28. 10. 25.

17c, 3. F. 64399. A. L. Faber & Co., G. m. b. H. und Georg Reinhart jun., Müllerstr. 45, München. Kühlflüssigkeit mit tiefliegendem Gefrierpunkt. 3. 9. 27.

17a, 2. N. 26929. Holger Rielsen, Horsens, Dänemark; Vertr.: Dr. G. Reichert, Rechtsanwalt, Berlin W. 35. Vorrichtung zur automatischen Außerbetriebsetzung von hermetisch geschlossenen, rotierenden Kühlmaschinen 8. 2. 27. Dänemark 19. 2. 26.

17a, 8. P. 53797. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW. 11. Verfahren zur Kälteerzeugung durch eine mit indifferentem Gas arbeitende Absorptionsmaschine. 8. 10. 26.

47f, 26. D. 49666. Deutsche Emulsionsöl-Gesellschaft m. b. H., Technische Abteilung und Dr.-Ing. Dr. Bruno Hilliger, Martin-Luther-Straße 61—66, Berlin-Schöneberg. Wärmeschutzrohr. 25. 1. 26.

47f, 27. D. 50304. Eduard Dyckerhoff, Schloß Blumenau bei Wunstorf. Haltevorrichtung für Isolierungen gegen Wärme und Kälte. 24. 4. 26.

47f, 27. R. 69731. Rheinhold & Co., Vereinigte Kieselguhr- und Korksteingesellschaft, Berlin SW. 61 Belle-Alliance-Pl. 13. Wärme- und Kälteschutz-Isolierung aus festen porösen Formstücken. 23.12.26.

47f, 27. S. 74733. Siemens Bauunion G. m. b. H. Kommanditgesellschaft, Berlin-Siemensstadt. Verfahren zur Herstellung einer Korkisolation auf Kaltwasserrohren u. dergl. 1. 6. 26.

47f, 27. S. 78281. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Berlin-Siemensstadt. Einrichtung zum Verhüten von Wärmeverlusten bei Apparaten, Rohrleitungen u. dgl. 26. 1. 27.

Erteilungen.

17a, 1. 454891. Dr. Albert Klein, Stuttgart, Panoramastraße 23. Kompressionskältemaschine. 20. 9. 21. K. 79187, V. St. Amerika 5. 4. 21.

17b, 5. 454929. Dr.-Ing. Paul H. Müller, Hannover, Rumannstr. 29, Wärmeaustauschvorrichtung. 4. 6. 26. M. 94785.

17g, 2. 454197. E. Barbet & Fils & Cie., Paris; Vertr.: Dipl.-Ing. Dr. W. Karsten und Dr. C. Wiegand, Pat.-Anwälte, Berlin SW. 11. Verfahren und Vorrichtung zum Rektifizieren der bei der Zerlegung der Luft in ihre Bestandteile erhaltenen Gemische an Edelgasen. 8. 7. 20. B. 94986. Frankreich 17. 7. 18.

17g, 5. 454367. Friedrich Emil Krauß, Schwarzenberg, Sa. und Wilhelm Graaff, Berlin W. 8, Unter den Linden 2. Verfahren zum Füllen von Druckgaspatronen mit Druckgas. 6. 4. 22. K. 81508.

17a, 8. 454484. Dr. Albert Klein, Stuttgart, Panoramastr. 23. Verfahren zur Regelung der Leistung von Kältemaschinen mit Schleuderverdichter. 20. 9. 21. K. 79188. V. St. Amerika 5. 4. 21.

17a, 8. 454564. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Berlin-Siemensstadt. Ausschließlich durch Wärme betriebene, kontinuierlich wirkende Kältemaschine. 7. 3. 23. S. 62322.

17a, 13. 455181. Carl Hochherz, Augsburg, Aeußere Uferstraße 49. Verdampfer für Kleinkühlanlagen. 28. 11. 25. H. 104430.

17c, 3. 455073. Chicago Pneumatik Tool Company, Chicago, V. St. A.; Vertr.: Dr. P. Breitenbach, Pat.-Anw., Düsseldorf, Kühlschrank mit unterhalb des Kühlraumes eingebauter Kältemaschine 10. 7. 26. D. 50854. V. St. A.; 1. 8. 25.

17b, 1. 455148. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A. G., Nürnberg. Vorrichtung an Oberflächenkondensatoren; Zus. z. Pat. 452490. 24. 3. 27. M. 100058.

17f, 2. 455074. Wilhelm Eitz, Beuthen, Virchowstraße 14. Kühlvorrichtung. 25. 5. 27. E. 35708.

17f, 11. 455062. Zimmermann & Weyel G. m. b. H. Ludwigshafen a. Rh. Wärmeaustauschvorrichtung. 3. 11. 25. Z. 15649.

Löschungen.

17a 411893, 423641, 352579, 422115, 370304, 430488.
b 371613, 389744.
d 431653.
e 429111, 443348,
f 416332.
g 426112.

Gebrauchsmuster

(Eintragungen)

17a, 1015060. Wilhelm Müller, Augsburg. F. 264 bis 65. Kleingefrieranlage mit maschineller Kälteerzeugung. 3. 11. 27. M. 96385.

17b, 1015273. Firma A. Freundlich, Düsseldorf Füllvorrichtung, insbes. für Eiszellen. 16. 6. 26. F. 52729.

17c. 1014732. Carl Aug. Schneider, Bad Schandau. Eisschrank für Getränkeflaschen. 30. 11. 27. Sch. 94722.

17c, 1014839. Bing-Werke vorm. Gebr. Bing A.-G. Nürnberg. Blumenstr. 16. Eisschranktür. 21.11.27. B. 125930.

17c, 1015566. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW. 11. Kühlschrank mit Kälteanlage. 22. 3. 27. P. 46658. Großbritannien 18. 2. 27.

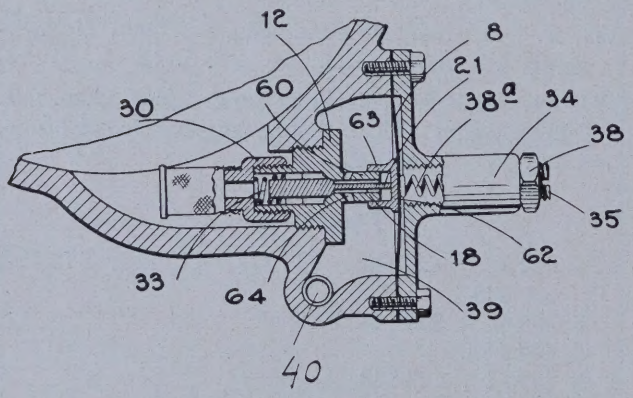
17c, 1015722, Wilhelm Lontke, Leipzig N 22, Wiederitzscher Str. 22. Kühlbehälter. 2. 8. 27. L. 63425.

Auszüge aus den Patentschriften

17a, 441381. Regelventil für Kompressionskältemaschinen. Arthur Green in Coventry, Warwick, England. Patentiert im Deutschen Reiche vom 2. April 1925 ab.

Die Erfindung betrifft ein Regelventil für Kompressionskältemaschinen, das durch eine unter Verdampferdruck stehende Membran betätigt wird, und besteht darin, daß das Regelventil in einer Oeffnung der Wandung des als Behälter ausgebildeten Kondensators angeordnet ist, wobei eine Membran das Regelventil gegen die äußere Atmosphäre abdichtet.

Die gemeinsame Wirkung der Feder 33 und der Feder 38^a zusammen mit dem atmosphärischen Druck auf die äußere Seite der Membran 8 ist derartig, daß, wenn der Druck innerhalb der Rohrleitung 40 und des Raumes 39 unter einen betimmten Betrag fällt, das Ventil sich selbsttätig öffnet und eine gewisse Menge an Kältemittel aus der Flüssigkeitskämmer ausströmt. Wächst der Druck innerhalb der Rohrleitung 40 und innerhalb des Raumes 39, dann schließt sich das Ventil selbstätig.

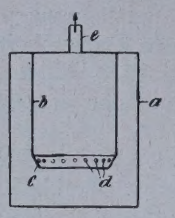


Patentansprüche:

Regelventil für Kompressionskältemaschinen, bei denen das komprimierte Kältemittel in kondensiertem Zustande innerhalb eines Behälters (1) angesammelt wird und bei dem das Regelventil durch eine unter Verdampferdruck stehende Membram betätigt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelventil innerhalb einer Bohrung (3) der Wandung des Sammelbehälters liegt, und daß die Membran die Bohrung gegen die Atmosphäre abschließt.

2 weitere Ansprüche

17a, 444382. Kocherabsorber für Absorptionskältemaschinen. Friedrich Hansel in Berlin-Steglitz. Patentiert im Deutschen Reiche vom 29. Januar 1924 ab.



Patentanspruch:

Kocherabsorber für Abporptionskältemaschinen mit unten vollständig offenem, festem Einsatz, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterkante des Einsatzes nach innen abgebogen ist und durch den abgebogenen Teil Löcher gebohrt sind.

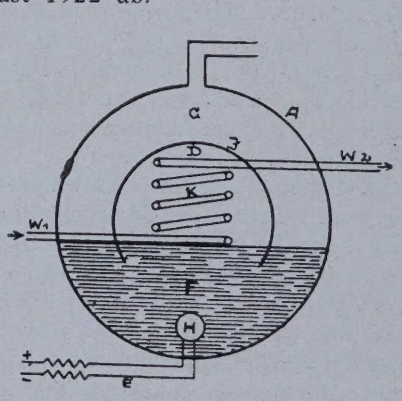
17a, 1. 448585. Verfahren zur Kälteerzeugung. Dipl.-Ing. Nikolaus Sandor in Dresden. Patentiert vom 3. Juni 1926 ab.

Patent-Anspruch:

1. Verfahren zur Kälteerzeugung, dadurch gekennzeichnet, daß das gasförmige Kältemedium mittels einer schaumbildenden Flüssigkeit in einen schaumartigen Zustand verwandelt wird, so daß es mittels einer Flüssigkeitspumpe gefördert und komprimiert werden kann, um im Verdampfer Kälte zu erzeugen.

4 weitere Ansprüche.

17a, 9. 449083. Absorptionskältemaschine. Dr. Friedrich Bodenstedt in Berlin. Patentiert vom 3. August 1922 ab.



Die Erfindung besteht darin, daß in den als Kocher und Absorber wirkenden Behälter ein Einsatz eingesetzt ist, der jedoch ausschließlich eine Oeffnung an seiner Unterseite, also im übrigen keinerlei Gas- zu- oder abführungen besitzt und mit dieser bei Nichtgebrauch bzw. bei Beginn der Kochperiode und am Ende der Absorptionsperiode in die Kälteflüssigkeit eintaucht, und die Zu- und Abführungen für die Gase bzw. das eigentliche Kältemittel (Salmiakgeist o. dgl.) ausschließlich in den äußeren, den Einsatz umschließenden Behälter einmünden. Des weiteren sind die Heizvorrichtungen möglichst unmittelbar unter der Oeffnung des Einsatzes untergebracht.

Wird die Heizung eingeschaltet, so kocht die Flüssigkeit auf, und das Kältemittel entweicht aus der Flüssigkeit. Es gelangt hierbei sowohl in den Raum G zwischen dem Behälter A und dem Einsatz J als auch in den Dampfraum D. Während es sich aber

aus dem Raum G sofort zum Verflüssiger und Verdampfer ausdehnen kann, steigt der Druck im verhältnismäßig kleinen Raum D rasch an und treibt die Flüssigkeit vollständig aus dem Raum J aus. Infolgedessen steigt sie seitlich an und erfüllt einen Teil des Raumes G. Durch die fortgesetzte Heizung wird das Kältemittel nunmehr vollständig aus der Absorptionsflüssigkeit ausgetrieben und strömt aus dem Raum G in den Verflüssiger über, wo es niedergeschlagen wird und zum Verdampfer weiterfließt. Der Niveauunterschied zwischen der Flüssigkeit im Raum G und unterhalb des Raumes D bzw. des Einsatzes J wird durch die auftretenden und durch die Heizquelle aufrechterhaltenen Ueberdrücke im gasförmigen Kältemittel leicht überwunden, so daß das etwa in den Gasraum D verdampfende Kältemittel aus diesem wieder austritt und in den Raum G usw. gelangt.

Sobald das Kältemittel vollständig ausgetrieben ist, wird die Heizung abgestellt. Es kommt nunmehr die Kühlschlange K zur Wirkung, welche das gasförmige Kältemittel im Raum D rasch abkühlt, wodurch dessen Druck erniedrigt wird und ein Unterdruck entsteht. Infolgedessen steigt die Absorptionsflüssigheit in den Dampfraum D auf bis die Flüssigkeit außen im Raum G bis zu den Rändern der unteren Eintrittsöffnung des Einsatzes J abgesunken ist. Infolge des Unterdruckes oberhalb der Flüssigkeit im Raum D wird nun das im Verdampfer verdampfte Kühlmittel zurückgesaugt.

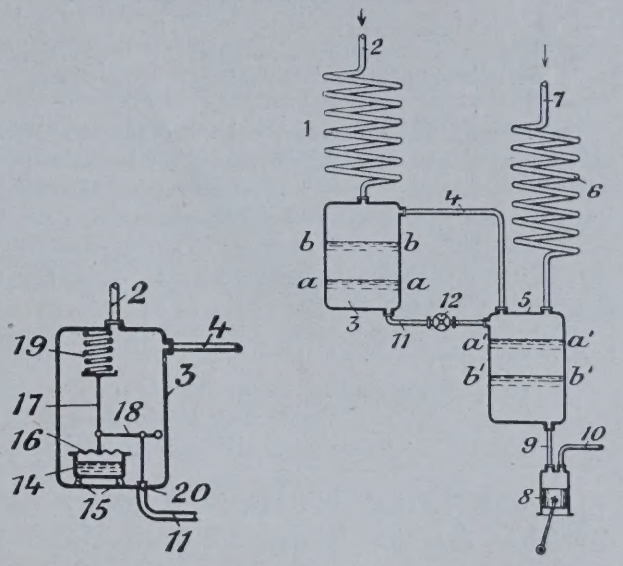
Patent-Ansprüche:

1. Absorptionskältemaschine mit einem als Kocher und Absorber wirkenden Behälter mit fest eingebautem Einsatz, dadurch gekennzeichnet, daß dieser Einsatz (J) ausschließlich eine Oeffnung an seiner Unterseite, im übrigen aber keinerlei Kommunikations- oder Zirkulationsvorrichtungen besitzt, Zu- und Abführungen für die Gase des Kältemittels (Ammoniakgas o. dgl.) ausschließlich in den äußeren Behälter (A) einmünden und eine Heizvorrichtung (H) möglichst unmittelbar unter der Oeffnung des Einsatzes (J) vorzugsweise in der Absorptionsflüssigkeit selbst untergebracht ist.

2. Absorptionskältemaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zum Kühlen während des Absorbierens vorgesehenen Vorrichtungen (Kühlschlangen K) dauernd, also auch während des Kochens, vom Kühlmittel durchströmt sind und im Einsatz (J) angeordnet sind.

3. Absorptionskältemaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Absorptionsflüssigkeit während des Austreibens im äußeren Behälter (A) höher steht als im Einsatz (J) und die dauernd vom Kühlmittel durchströmten Kühlvorrichtungen (K) im wesentlichen nur im Gasraum des Einsatzes liegen, während beim Absorbieren die Absorptionsflüssigkeit im Einsatz (J) höher steht als im äußeren Behälter (A) und die Kühlvorrichtungen (K) im wesentlichen in der Absorptionsflüssigkeit liegen.

17a, 8. 449865. Ununterbrochen wirkende Absorptionskältemaschine. Gebr. Sulzer Akt.-Ges. in Winterthur, Schweiz. Patentiert vom 18. Juni 1926 ab.



Hinter dem Verdampfer 1 ist ein Behälter 3 angeordnet, in dem sich nicht verdampftes Kältemittel sowie mitgeführtes Absorptionsmittel ansammeln. Die Leitung 4 führt die Dämpfe nach dem Behälter 5, von dem aus sie in den Absorber 6 aufsteigen, durch dessen Rohr arme Lösung von oben nach unten fließt. Das in 3 angesammelte Kältemittel und Lösungsmittel kann von Zeit zu Zeit durch Oeffnen des Ventils 12 nach dem Behälter 5 entleert werden. Abb. 3 der Patentschrift zeigt eine Vorrichtung, die das selbsttätige Entleeren des Behälters 3 ermöglicht. Die Dose 14 ist mit reinem Ammoniak gefüllt und durch eine elastische, federbelastete Membram geschlossen. Enthält das im Behälter 3 befindliche, vom Verdampfer 2 kommende Kältemittel zu viel Wasser, dann ist der Druck wesentlich kleiner als derjenige des reinen Kältemittels bei gleicher Temperatur. In diesem Fall wird die Dosenmembran 16 gehoben und mit ihr das Ventil 20, das die Verbindung nach Leitung 11 schließt.

9 Patentansprüche.

17a, 13. 452813. Doppelrohrwärmeaustauscher mit Aenderung des Querschnitts der Kältemittelleistung. Paul Knür in Hamburg. Patentiert im Deutschen Reiche vom 31. Oktober 1925 ab.

Patentanspruch:

Doppelrohrwärmeaustauscher mit dem sich verändernden Dichtigkeitszustand des Kältemittels angepaßter Aenderung des Querschnittes der Kältemittelleitung, dadurch gekennzeichnet, daß in dem an und für sich bekannten Doppelrohrsystem die Stufen größeren Querschnittes durch Parallelschaltung einer größeren Anzahl von Außenrohren gebildet werden, während die vom Kälteträger durchflossenen Innenrohre unabhängig von der Schaltung der Außenrohre so geschaltet sind, daß der vom Kälteträger durchflossene Leitungsquerschnitt gleichbleibt.

2 weitere Ansprüche

Dem vorliegenden Heft ist ein Prospekt der Firma **Rheinische Schweißwerke Sieglar, G. m. b. H., Sieglar** bei Köln, beigelegt.

Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender: Geh.-Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. **H. Lorenz** Technische Hochschule Danzig
Schriftführer: **A. Kaufmann,** Oberingenieur Berlin W 35, Blumeshof 14/I
Schatzmeister: **E. Brandt,** Direktor Berlin NW 21, Rathenowerstr. 53 Postscheck-Konto Berlin Nr. 148122

Wie durch die Tagespresse bekanntgegeben wurde, hat in der Nacht zum 5. Januar in der Landsberger Allee, Berlin, eine schwere **Explosionskatastrophe** stattgefunden, deren Ursache bis heute noch nicht restlos aufgeklärt ist, mit größter Wahrscheinlichkeit aber in der Entzündung eines Gemisches von Leuchtgas und Luft liegen dürfte.

Der Verein wird in dem nächsten Heft Stellung hierzu nehmen.

Berlin, Mitte Januar 1928.

Deutscher Kälte-Verein.
Der Schriftführer: Kaufmann.

Berliner Kälte-Verein

(Bezirksverein des Deutschen Kälte-Vereins)

Bericht

über die Monatsversammlung am 22. Novbr. 1927 im Eulerzimmer des Vereinshauses Deutscher Ingenieure, Berlin.

Vorsitzender: Prof. Hennig.

Nach Verlesung und Genehmigung des Berichtes über die Oktoberversammlung erhielt Herr Gewerberat Zäuner das Wort zu dem Vortrage: »Notwendigkeit der Vereinheitlichung der Unfallverhütungs-Vorschriften für Kältemaschinen«, dessen Inhalt nachstehend in großen Zügen wiedergegeben ist:

»Die Bau und Betrieb von Kältemaschinen betreffenden Unfallverhütungsvorschriften sind so vielseitig, daß ihre Beachtung große Schwierigkeiten bereitet. Der Grund der Vielseitigkeit und leider auch der Uneinheitlichkeit der Vorschriften liegt in der Art der Arbeiterschutz-Gesetzgebung.

Erstens hat der Staat selbst Vorschriften erlassen und überwacht die Durchführung dieser Bestimmungen durch eigene Organe, zweitens bedient er sich für ein großes Teilgebiet bestimmter Selbstverwaltungs-Körperschaften (Berufsgenossenschaften), drittens hat er für ein engeres Teilgebiet, die Dampfkesselüberwachung, zwar selbst Vorschriften erlassen, seine obrigkeitliche Aufsichtsbefugnisse jedoch zu diesem Zweck gebildeten Vereinen übertragen.

Diesen verschiedenen Wegen entsprechen auch verschiedene Gesetze. Die wichtigsten sind die Reichsgewerbeordnung und die Reichsversicherungsordnung. Die Arbeiterschutzvorschriften der Reichsgewerbeordnung sind in den §§ 120 a ff. enthalten und bilden die Grundlage für die staatliche Gewerbeaufsicht. Hier haben sich keine größeren Beanstandungen ergeben.

Anders bei den auf Grund der Reichsversicherungsordnung erlassenen Unfallverhütungsvorschriften. Die für Kältemaschinen in Frage kommenden neun Berufsgenossenschaften gehen in ihren Vorschriften soweit auseinander, daß eine genügende Befolgung der einzelnen Bestimmungen nicht möglich ist. Dies hat zu ernsthaften Bemühungen des Industriezweiges in Bezug auf Vereinheitlichung geführt.

Ferner begegnet man noch Bestrebungen, die die zivil- und strafrechtliche Verantwortung der Maschinenhersteller in einem besonderen Gesetz, dem Maschinen-Schutzgesetz, festlegen wollen. Der Entwurf eines derartigen Gesetzes ist von der Vertretung des Industriezweiges bislang mit Erfolg bekämpft worden. Der Gedanke tritt uns aber neuerdings in § 6 des Entwurfes eines Arbeiterschutzgesetzes wieder vor Augen. Auch dieses Gesetz begegnet ernstestem Widerspruch der Industrie und muß aufs äußerste bekämpft werden.

Ferner sind für Kältemaschinen auch die folgenden Bestimmungen zu nennen:

Die Dampffaßverordnung, nach der übereifrige Behörden die Kocher der Absorptions-Kältemaschinen als Dampffässer bezeichnen. Glücklicherweise bislang ohne Erfolg.

Gefährlicher als die Dampffaßverordnung ist das sächsische Regulativ vom 1. April 1892, welches sehr scharfe Bestimmungen für alle, zur Aufnahme gespannter Dämpfe dienenden Gefäße enthält, wozu die sächsischen Aufsichtsbehörden auch die oben erwähnten Kocher zählt. Während dieses Regulativ nur für das Gebiet des Freistaates Sachsen gilt, beabsichtigt der Reichsarbeitsminister eine ähnliche Verordnung für das gesamte Reichsgebiet zu erlassen. Ein derartiger Entwurf von »Grundsätzen für die Ausrüstung, den Bau und Betrieb von Dampf- und Druckgefäßen« liegt seit einiger Zeit vor und hat zu vielseitigen Beanstandungen seitens des Industriezweiges geführt. Die Durchsicht der Bestimmungen hat zur Aufstellung eines Gegenentwurfes geführt, bei dem man von den bereits von der Industrie aufgestellten Unfallverhütungsvorschriften, die die Bewilligung der Behörden gefunden haben, ausgegangen ist.

Die geschilderte Uneinheitlichkeit wird von den Regierungsbehörden zugegeben. Man erkennt an, daß staatlicher und berufsgenossenschaftlicher Betriebsschutz nicht nur in den gesteckten Zielen, sondern auch in den einzuschlagenden Wegen und anzuwendenden Mitteln übereinstimmen müssen. Zu diesem Zwecke ist eine Abstimmung der Gesetze und den Verordnungen des Reichs und der Länder und der Unfallverhüfungsvorschriften der Berufsgenossenschaften auf einander nötig.«

Der Vorsitzende sprach dem Vortragenden den Dank des Vereins aus.

In der darauffolgenden Diskussion beantwortete Herr Gewerberat Zäuner eine Frage des Herrn Alfr. Richter, welcher Sättigungsgrad der Luft mit giftigen Gasen, z. B. NH_3 als lebensgefährlich anzusehen sei, dahin, daß in der Literatur darüber etwas vorhanden sei, daß aber der Gewerbeaufsichtsbeamte schon einschreiten werde, auch wenn ein Leben bei ständigem Ausströmen von gesundheitsschädlichen Gasen noch nicht gefährdet sei.

Der Schriftführer:
gez. J. Schindler.

Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1893 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

Schriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W.
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

2. Heft **Berlin W. 9, im Februar 1928** **35. Jahrgang**

Inhalt:

Abhandlungen, Vorträge, Berichte. Ueber den Ideal-Prozeß von Kältemaschinen bei Verbund-Kompression. Von R. Plank, Karlsruhe. S. 17. — Mustermesse und Kälte-Industrie. Von Dipl.-Ing. M. Hirsch, Frankfurt a. M. S. 24. — Die Leichenkühlanlage im Hamburger Hafenkrankenhaus. Von Ingenieur Albert Peffer, Berlin. S. 25. — Ein neuartiger Kompressor für Klein-Kältemaschinen. S. 27.
Zeitschriftenbericht. S. 28. — **Bücherbericht.** S. 31. — **Kleine Mitteilungen.** S. 33. — **Persönliches.** S. 34. — **Deutscher Kälte-Verein.** S. 34. — Berliner Kälteverein S. 36

Abhandlungen, Vorträge, Berichte

Ueber den Ideal-Prozeß von Kältemaschinen bei Verbund-Kompression.

Von R. Plank, Karlsruhe.

§ 1. Die einstufige Kompression.

Die Festlegung eines Ideal-Prozesses ist notwendig, um den indizierten Wirkungsgrad oder Gütegrad η_i einer Maschine zu bestimmen und dadurch verschiedene Maschinen miteinander vergleichen zu können. Ist K die gemessene spezifische Kälteleistung in kcal für eine indizierte Pferdestärkestunde und K_{th} dieselbe Größe, berechnet aus dem theoretischen Ideal-Prozeß, dann ist

$$\eta_i = \frac{K}{K_{th}}$$

Bei einstufiger Kompression bietet die Berechnung von K_{th} gar keine Schwierigkeiten, nachdem man sich endgiltig geeinigt hat, bei dem idealen Vergleichsprozeß das Ansaugen trocken gesättigter Dämpfe in den Kompressor, adiabatische Kompression und eine Unterkühlung vor dem Regulierventil anzunehmen. Es wird dann

$$K_{th} = 632 \frac{i_o'' - i_u'}{i - i_o''} \qquad (1)$$

wobei i_o'' den Wärmeinhalt des trocken gesättigten Dampfes bei der Verdampfungstemperatur T_o, i_u' den Wärmeinhalt des unterkühlten flüssigen Kältemittels vor dem Regulierventil und i den Wärmeinhalt des überhitzten Dampfes am Ende der Kompression bedeuten. Die Zahl 632 ist das Wärmeäquivalent der PS-Stunde.

An Hand eines Mollier-Diagramms, also eines Wärmediagramms, in welchem der Wärmeinhalt i (die Enthalpie) als eine der Koordinaten benutzt wird, kann man sämtliche i-Werte leicht abgreifen und K_{th} berechnen. In der Praxis führt sich neben dem Wärmeinhalt-Entropie (i/s)-Diagramm immer mehr das Wärmeinhalt-Druck (i/p)-Diagramm ein, wobei der Druck zwecks besserer Ausnutzung der Diagrammfläche im logarithmischen Maßstab aufgetragen wird. Das Bureau of Standards in Washington hat seine vorbildlichen Messungsergebnisse für Ammoniak in einem solchen i/lnp-Diagramm dargestellt und dieses Diagramm neuerdings auch in metrischen Einheiten und Celsius-Graden veröffentlicht.

Die Vorzüge dieser Darstellung gegenüber dem bisher viel verwendeten T/s-Diagramm sind folgende:

1) Die Wärmemengen bei konstantem Druck (Kälteleistung, Kondensatorleistung) erscheinen als Strecken und nicht als Flächen.
2) Die Arbeit bei adiabatischer Kompression erscheint ebenfalls als Strecke und nicht als Fläche.
3) Die Drosselkurven und die Isobaren erscheinen als gerade Linien.

Demgegenüber kann der Nachteil, daß die Adiabaten nicht mehr geradlinig verlaufen, in Kauf genommen werden.

§ 2. Die zweistufige Kompression.

Bei zweistufiger Kompression, die sich im Kältemaschinenbau immer mehr einbürgert, ist die Festlegung eines Ideal-Prozesses viel schwieriger. Im allgemeinen wird man annehmen müssen, daß bei zweistufiger Kompression auch die Verdampfung in zwei Stufen erfolgt, daß also ein Teil der Kälteleistung bei höherer und ein Teil bei tieferer Verdampfungstemperatur abgegeben wird. Außerdem wird man stets auch die Drosselung in 2 Stufen vornehmen und den im ersten Regulierventil gebildeten, trocken gesättigten Dampf dem Hochdruck-Kompressor zuleiten. Schließlich wird man nicht nur das im Kondensator verflüssigte Kältemittel, sondern auch den im Niederdruckzylinder verdichteten überhitzten Dampf bis an die Eintrittstemperatur des Kühlwassers abkühlen. Eine weitere Abkühlung des im Niederdruckzylinder verdichteten Dampfes, die zwecks Entlastung des Hochdruckzylinders erwünscht wäre und bis zum Zustand der trockenen Sättigung getrieben werden könnte, ist nur durch Verdampfung von verflüssigtem Kältemittel, also auf Kosten der Kälteleistung, möglich; es entsteht daher die Frage, ob der erzielbare Gewinn den in Kauf zu nehmenden Verlust übersteigt. Die Verdampfung zum Zwecke der Zwischenkühlung kann entweder bei der höheren oder bei der tieferen Verdampfungstemperatur erfolgen; beide Anordnungen finden sich in ausgeführten Anlagen vertreten, es ist jedoch von vornherein klar, daß die Zwischenkühlung durch Verdampfung bei höherer Temperatur wirtschaftlicher sein wird.

Bei gegebenem Kondensatordruck und tiefstem Verdampferdruck gibt es einen ganz bestimmten Zwischendruck für den die spezifische Kälteleistung K_{th} und damit die Wirtschaftlichkeit einen Höchstwert erreicht. Von diesem günstigsten Zwischendruck kann aber oft kein Gebrauch gemacht werden,

besonders dann, wenn ein Teil der Kälteleistung bei einer Verdampfungstemperatur verlangt wird, deren Sättigungsdruck von diesem günstigen Zwischendruck abweicht. Es erscheint daher richtig, den Zwischendruck beim idealen Vergleichsprozeß so anzunehmen, wie er durch die Natur der Kühlanlage oder durch die tatsächlichen Abmessungen des Hoch- und Niederdruckzylinders gegeben ist.

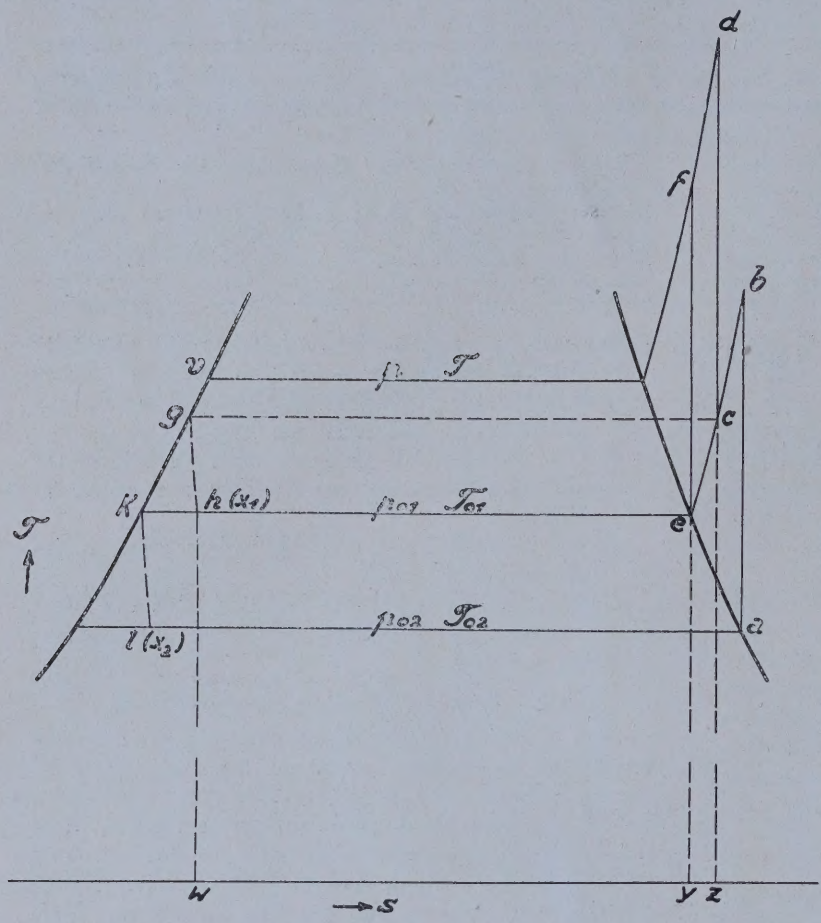


Abb. 1.

Wir führen nun folgende Bezeichnungen ein, wobei auch auf die Abbildungen 1 und 2 Bezug genommen wird.

p, T	Druck und Sättigungstemperatur im Kondensator
p_{01}, T_{01}	Druck und Sättigungstemperatur der Zwischenstufe
p_{02}, T_{02}	Druck und Sättigungstemperatur der tiefsten Verdampferstufe
Q_{01}	Kälteleistung bei der Temperatur t_{01} in kcal/h
Q_{02}	Kälteleistung bei der Temperatur t_{02} in kcal/h
A L_1	Leistung des Hochdruckzylinders in kcal/h
A L_2	Leistung des Niederdruckzylinders in kcal/h

Die Wärmeinhalte von Zuständen auf der linken Grenzkurve sollen mit dem Zeichen ' und auf der rechten Grenzkurve mit dem Zeichen '' versehen werden. Die Indices 01 bzw. 02 beziehen sich auf die Verdampfungstemperatur der Zwischenstufe bezw. der tiefsten Stufe. Mit i_u' soll der Wärmeinhalt des unterkühlten Kältemittels vor dem ersten Regulierventil (Punkt *g*), und mit r die Verdampfungswärme bezeichnet werden.

Der spezifische Dampfgehalt hinter dem ersten Regulierventil (Punkt *h*) beim Druck p_{01} ist dann

$$x_1 = \frac{i_u' - i_{01}'}{r_{01}} \qquad (2)$$

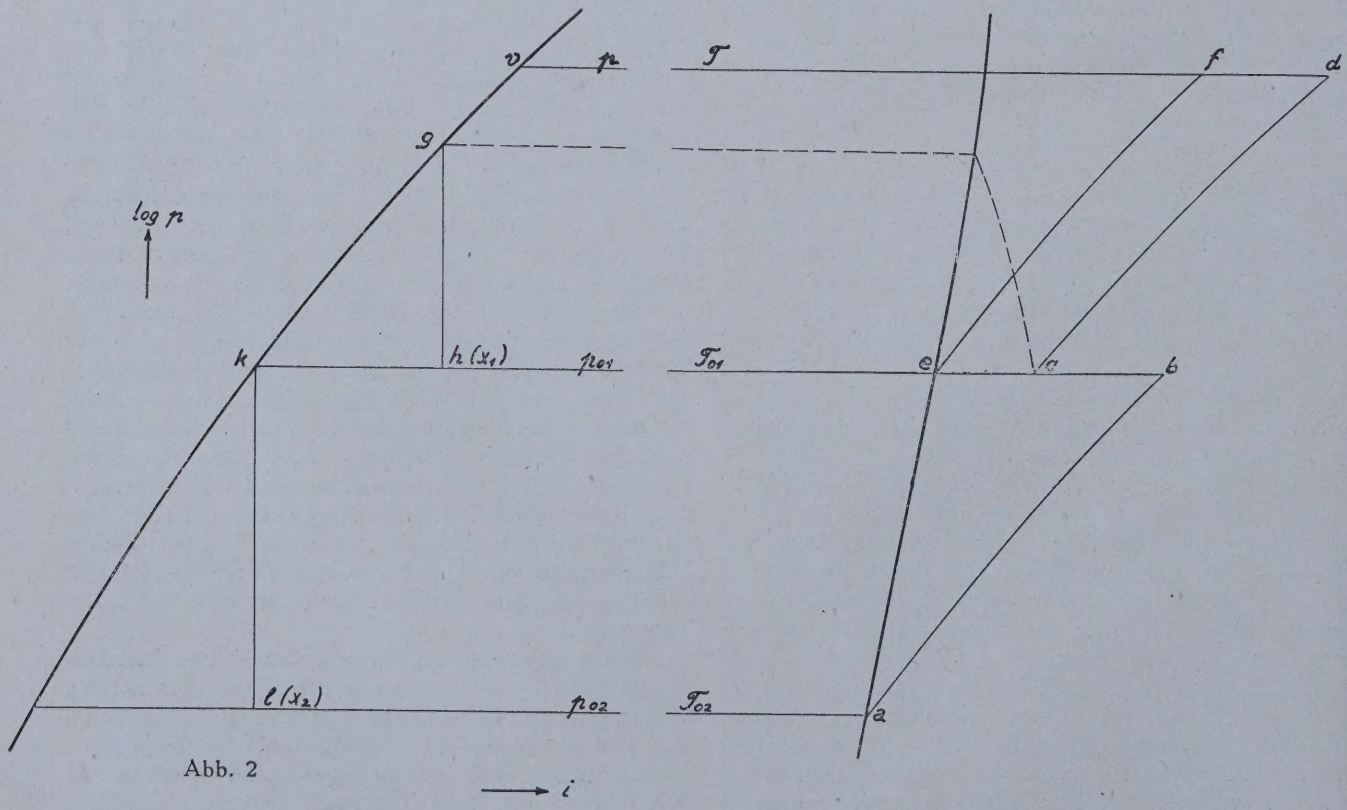


Abb. 2

Wird dieser Dampf von der Flüssigkeit getrennt und reine Flüssigkeit (Punkt *k*) im zweiten Regulierventil auf den Druck p_{02} abgedrosselt, so ist der spezifische Dampfgehalt hinter dem zweiten Regulierventil (Punkt *l*)

$$x_2 = \frac{i_{01}' - i_{02}'}{r_{02}} \qquad (3)$$

Der bei der tiefsten Temperatur t_{02} unter Erzeugung der Kälteleistung Q_{02} gebildete trocken gesättigte Dampf (Punkt *a*) wird von dem Niederdruckzylinder des Verbundkompressors angesaugt und adiabatisch auf den Druck p_{01} verdichtet (Punkt *b*). Mit dem vorhandenen Kühlwasser gelingt es, diesen Dampf bis zur Kühlwassereintritts-Temperatur abzukühlen, entsprechend der isobaren Zustandsänderung *b*—*c*. Die Punkte *g* und *c* liegen auf der gleichen Isotherme. Für das Weitere sind zwei Wege möglich:

Es ist zu untersuchen, welcher dieser Prozesse die höchste spezifische Kälteleistung K_{th} liefert und daher als theoretischer Idealprozeß anzunehmen ist. Die Lösung der Frage nach dem richtigen Idealprozeß bei zweistufiger Kompression ist zur Zeit deswegen aktuell geworden, weil die Beurteilung zweistufiger Kältemaschinen in die demnächst erscheinende neue Auflage der deutschen »Regeln für Leistungsversuche an Kältemaschinen und Kühlanlagen« aufgenommen werden soll[1]). Vor endgiltigen Entschließungen in dieser Richtung sollen die in dieser Untersuchung gemachten Vorschläge zur Diskussion gestellt werden.

Neben der Festlegung des idealen theoretischen Verbundprozesses liegt der Zweck dieser Untersuchung in der Darstellung der spezifischen Kälteleistung K_{th} bei Verbundprozessen durch die Wärme-

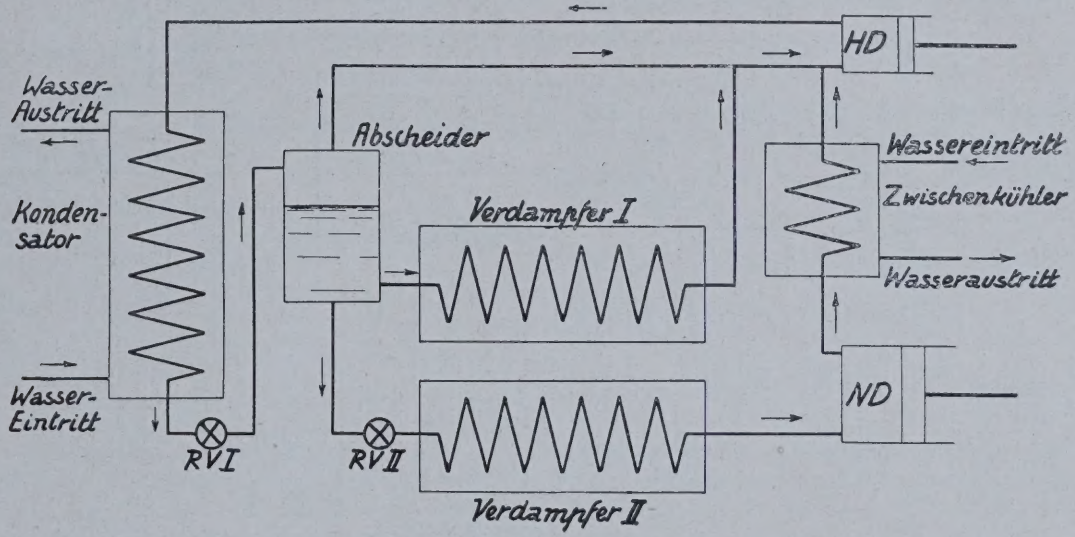


Abb. 3.

A) Unvollkommene Zwischenkühlung:

Der Hochdruckzylinder saugt den Dampf im Zustand *c* an und verdichtet ihn adiabatisch auf den Kondensatordruck p (Punkt *d*); gleichzeitig saugt derselbe Zylinder (oder auch ein dritter Zylinder) den im ersten Regulierventil und im Verdampfer der Zwischenstufe bei der Temperatur t_{01} gebildeten trocken gesättigten Dampf an (Punkt *e*) und verdichtet ihn adiabatisch auf den Kondensationsdruck p (Punkt *f*).

B) Vollkommene Zwischenkühlung:

Der durch das Kühlwasser nur unvollkommen bis zum Zustand *c* abgekühlte überhitzte Zwischendampf wird zuerst durch verdampfendes Kältemittel bis zur trockenen Sättigung (Punkt *e*) isobar abgekühlt und dann gemeinsam mit dem im ersten Regulierventil und im Verdampfer der Zwischenstufe gebildeten trocken gesättigten Dampf adiabatisch auf den Kondensatordruck p (Punkt *f*) verdichtet. Dabei kann die vollständige Zwischenkühlung durch Verdampfung eines Teils des flüssigen Kältemittels

a) bei der Temperatur t_{01},

b) bei der Temperatur t_{02}

erfolgen).

[1]) Praktisch wird man von einer Vorkühlung durch Kühlwasser vielfach absehen und nur durch verdampfendes Kältemittel kühlen.

inhalte i der einzelnen in Abb. 1 und 2 hervorgehobenen charakterischen Punkte, genau so wie sich K_{th} bei einstufiger Kompression nach Gl. (1) in einfacher Weise durch die Wärmeinhalte darstellen läßt. Die Zahlenwerte der Wärmeinhalte sollen einem Mollier-Diagramm entnommen werden.

Es sei ausdrücklich betont, daß sich die Kälteleistungen und Arbeitsverbräuche bei Verbundkompression nicht so einfach in einem Wärmediagramm darstellen lassen wie bei einstufiger Kompression, da jedes Wärmediagramm für eine konstante Stoffmenge (1 kg) entworfen wird. Die ganze umlaufende Menge des Kältemittels geht aber nur durch den Hochdruckzylinder, den Kondensator, den Nachkühler und das erste Regulierventil. Hinter diesem spaltet sich der Strom in einen Teil, der unmittelbar oder auf dem Wege durch den Zwischendruck-Verdampfer zum Hochdruckzylinder zurückkehrt, und einen zweiten Teil der durch das zweite Regulierventil, den Niederdruck-Verdampfer, den Niederdruckzylinder und den Zwischenkühler strömt. Beide Ströme vereinigen sich wieder in der Saugleitung zum Hochdruckzylinder. Dieser Verschiedenheit der Gewichte

[1]) Die erste Auflage (Dinorm 1951 vom Jahre 1922), die nicht nur in Deutschland, sondern auch in weiten Kreisen des Auslands Anerkennung gefunden hat, ist vollständig vergriffen.

in beiden Drosselungs-, Verdampfungs- und Kompressionsstufen kann das Wärmediagramm nicht Rechnung tragen.

§ 3. Der Idealprozeß mit unvollkommener Zwischenkühlung

nur durch Kühlwasser (Abb. 1, 2 und 3).

Dieser Prozeß ist vor kurzem von englischer Seite als Ideal-Prozeß bei Verbundkompression vorgeschlagen worden[1]). Für eine bestimmte Kälteleistung $Q_0 = Q_{01} + Q_{02}$ sollen stündlich G kg des Kältemittels durch den Hochdruckzylinder, den Kondensator und das erste Regulierventil strömen. Hinter dem ersten Regulierventil werden Gx_1 kg Dampf gebildet, die im Abscheider getrennt und sofort im trocken gesättigten Zustand vom Hochdruckzylinder angesaugt werden. Von den übrig bleibenden $G(1-x_1)$ kg reiner Flüssigkeit von der Temperatur t_{01} soll ein bestimmter Teil $\alpha G(1-x_1)$ kg im ersten Verdampfer bei der Temperatur t_{01} unter Hervorbringung der Kälteleistung Q_{01} verdampfen. Es ist dann

$$Q_{01} = \alpha G (1-x_1)\, r_{01} = \alpha G\, (i_{01}'' - i_u') \qquad (4).$$

Der Rest der Flüssigkeit, $(1-\alpha)\, G\, (1-x_1)$ kg, wird im zweiten Regulierventil weiter abgedrosselt, wobei der Teil $(1-\alpha)\, G\, (1-x_1)\, (1-x_2)$ flüssig bleibt. Die Kälteleistung im zweiten Verdampfer bei der Temperatur t_{02} ist also

$$Q_{02} = (1-\alpha)\, G\, (1-x_1)\, (1-x_2)\, r_{02} = (1-\alpha)\, G\, (i_{02}'' - i_{01}')\, \frac{(i_{01}'' - i_u')}{r_{01}} \qquad (5).$$

Bei gegebenen Werten von Q_{01} und Q_{02} kann man aus den Gleichungen (4) und (5) α und G berechnen. Es wird

$$\frac{Q_{01}}{Q_{02}} = \frac{1}{(1-\alpha)} \cdot \frac{1}{(1-x_2)} \cdot \frac{r_{01}}{r_{02}}$$

und damit, sowie mit Berücksichtigung von Gleichung (3)

$$\alpha = \frac{(1-x_2)\, r_{02}}{(1-x_2)\, r_{02} + \frac{Q_{02}}{Q_{01}} r_{01}} = \frac{i_{02}'' - i_{01}'}{(i_{02}'' - i_{01}') + \frac{Q_{02}}{Q_{01}} \cdot r_{01}} \qquad (6).$$

Ferner wird aus (4) und (6)

$$G = \frac{Q_{01}}{\alpha (1-x_1)\, r_{01}} = \frac{Q_{01}}{(i_{01}'' - i_u')} + \frac{Q_{02}}{(i_{02}'' - i_{01}')} \cdot \frac{r_{01}}{(i_{01}'' - i_u')} \qquad (7)$$

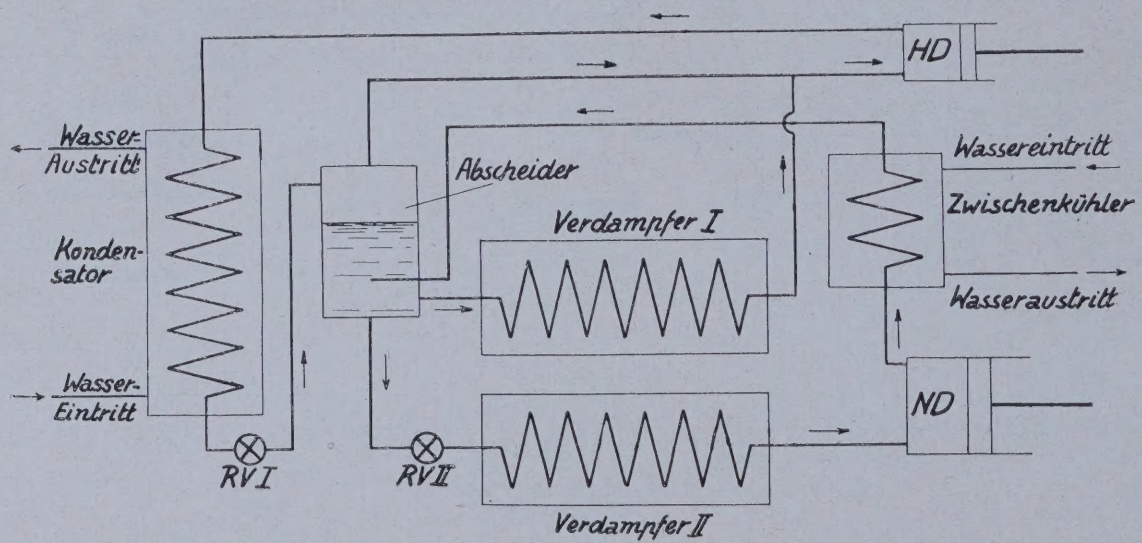
Von diesem Gesamtgewicht G ist ein Teil

$$G_1 = G\, [x_1 + \alpha\, (1-x_1)] \qquad (8)$$

nur von dem Druck p_{01} auf den Druck p, also nur in der Hochdruckstufe zu verdichten, während der Rest

$$G_2 = (1-\alpha)\, G\, (1-x_1) \qquad (9)$$

von p_{02} auf p, also in beiden Stufen verdichtet werden muß.



Ab. 4.b

Die Leistung im Hochdruckzylinder ist

$$AL_1 = G_1\, (i_f - i_{01}'') + G_2\, (i_d - i_c) \qquad (10)$$

und die Leistung im Niederdruckzylinder

$$AL_2 = G_2\, (i_b - i_{02}'') \qquad (11).$$

Die spezifische Kälteleistung ist dann

$$K_{th} = 632\, \frac{Q_{01} + Q_{02}}{AL_1 + AL_2}$$

Setzt man die Werte aus den Gleichungen (4), (5), (10) und (11) ein, so wird

$$K_{th} = 632\, \frac{\alpha\, (1-x_1)\, r_{01} + (1-\alpha)\, (1-x_1)\, (1-x_2)\, r_{02}}{[x_1 + \alpha(1-x_1)]\, (i_f - i_{01}'') + (1-\alpha)\, (1-x_1)\, [(i_b - i_{02}'') + (i_d - i_c)]}$$

oder nach einigen Umformungen mit (6)

$$K_{th} = \frac{632 \left(\frac{Q_{01}}{Q_{02}} + 1\right) (i_{02}'' - i_{01}')\, (i_{01}' - i_u')}{\left[\frac{Q_{01}}{Q_{02}} (i_{02}'' - i_{01}') + (i_u' - i_{01}')\right] (i_f - i_{01}'') + (i_{01}'' - i_u')\, [(i_b - i_{02}'') + (i_d - i_c)]} \qquad (12)$$

In dieser Schlußgleichung ist K_{th} nur durch die Wärmeinhalte der charakteristischen Punkte dargestellt, die alle in einem Mollier-Diagramm abgegriffen werden können.

Im Sonderfall ist $Q_{01} = 0$, und die ganze Kälteleistung $Q_0 = Q_{02}$ wird bei der tiefsten Temperatur

[1]) E. H. Lamb, Ice and Cold Storage, London, Bd. XXX, Februar 1927, S. 35.

t_{02} erzeugt. Dann folgt aus den Gleichungen (6), (7), (8) und (9)

$$\alpha=0;\quad G=\frac{Q_{02}}{(i_{02}''-i_{01}')}\cdot\frac{r_{01}}{(i_{01}''-i_u')};$$

$$G_1=G\,x_1;\quad G_2=G\,(1-x_1)$$

In diesem Falle wird aus (12)

$$K_{th}=\frac{632\,(i_{02}''-i_{01}')\,(i_{01}''-i_u')}{(i_u'-i_{01}')(i_f-i_{01}'')+(i_{01}''-i_u')[(i_d-i_c)+(i_b+i_{02}'')]}\quad(12a)$$

§ 4. Der Ideal-Prozeß mit vollkommener Zwischenkühlung durch Kühlwasser und verdampfende Mitteldruck-Flüssigkeit.

(Abb. 1, 2 und 4).

Wie bisher, sollen stündlich G kg des Kältemittels vom Kondensator dem ersten Regulierventil zufließen und in diesem Gx_1 kg Dampf gebildet werden, der in trocken gesättigtem Zustand vom Hochdruckzylinder angesaugt wird. Von den übrig bleibenden G $(1-x_1)$ kg reiner Flüssigkeit verdampft im ersten Verdampfer bei der Temperatur t_{01} der Teil α G $(1-x_1)$, wobei die Kälteleistung

$$Q_{01}=\alpha\ G\ (1-x_1)\ r_{01}=\alpha\ G\ (i_{01}''-i_u')\quad(13)$$

erzeugt wird. Außerdem muß aber bei t_{01} noch ein weiterer Teil β G $(1-x_1)$ verdampfen, um die Zwischenkühlung der Dampfmenge

$$(1-\alpha-\beta)\ G\ (1-x_1)$$

hinter dem Niederdruckzylinder von der Kühlwassertemperatur bis zur trockenen Sättigung beim Druck p_{01} zu bewirken. Für diesen Wärmeaustausch gilt die Gleichung

$$\beta\ G\ (1-x_1)\ r_{01}=(1-\alpha-\beta)\ G\ (1-x_1)\ (i_c-i_{01}'')\quad(14).$$

Der Teil $(1-\alpha-\beta)$ G $(1-x_1)$ wird im zweiten Regulierventil von p_{01} auf p_{02} abgedrosselt, so daß im zweiten Verdampfer bei der Temperatur t_{02} die Kälteleistung

$$Q_{02}=(1-\alpha-\beta)\ G\ (1-x_1)\ (1-x_2)\ r_{02}\quad(15)$$

erzeugt wird.

Aus (13), (14) und (15) kann man α, β und G berechnen. Es wird

$$\beta=(1-\alpha)\frac{i_c-i_{01}''}{i_c-i_{01}'},\quad(16)$$

und damit

$$(1-\alpha-\beta)=(1-\alpha)\frac{r_{01}}{i_c-i_{01}'}$$

Daraus folgt

$$\frac{Q_{01}}{Q_{02}}=\frac{\alpha}{(1-\alpha)}\cdot\frac{1}{(1-x_2)}\cdot\frac{i_c-i_{01}'}{r_{02}}$$

und

$$\alpha=\frac{(1-x_2)\ r_{02}}{(1-x_2)\ r_{02}+\frac{Q_{02}}{Q_{01}}(i_c-i_{01}')}=\frac{i_{02}''-i_{01}'}{(i_{02}''-i_{01}')+\frac{Q_{02}}{Q_{01}}(i_c-i_{01}')}\quad(17).$$

Setzt man diesen Wert in Gl. (16), dann wird

$$\beta=\frac{i_c-i_{01}''}{\frac{Q_{01}}{Q_{02}}(i_{02}''-i_{01}')+(i_c-i_{01}')}\quad(18).$$

Aus (13) und (17) folgt ferner

$$G=\frac{Q_{01}}{\alpha\,(i_{01}''-i_u')}=\frac{Q_{01}}{(i_{01}''-i_u')}+\frac{Q_{02}}{(i_{02}''-i_{01}')}\cdot\frac{(i_c-i_{01}')}{(i_{01}''-i_u')}\quad(19)$$

Von diesem Gesamtgewicht G ist ein Teil

$$G_1=G\ [x_1+(\alpha+\beta)\ (1-x_1)]\quad(20)$$

nur von p_{01} auf p, also nur in der Hochdruckstufe zu verdichten, während der Rest

$$G_2=(1-\alpha-\beta)\ G\ (1-x_1)\quad(21)$$

von p_{02} auf p, also in beiden Stufen verdichtet werden muß.

Die Leistung im Hochdruckzylinder ist

$$AL_1=G\ (i_f-i_{01}'')\quad(22)$$

und die Leistung im Niederdruckzylinder

$$AL_2=G_2\ (i_b-i_{02}'')\quad(23)$$

Die spezifische Kälteleistung ist wieder

$$K_{th}=632\cdot\frac{Q_{01}+Q_2}{AL_1+AL_2}$$

Setzt man die Werte aus den Gleichungen (13), (15), (22) und (23) ein, so wird

$$K_{th}=632\cdot\frac{\alpha\,(1-x_1)\,r_{01}+(1-\alpha-\beta)\,(1-x_1)\,(1-x_2)\,r_{02}}{(i_f-i_{01}'')+(1-\alpha-\beta)\,(1-x_1)\,(i_b-i_{02}'')}$$

oder nach einigen Umformungen, mit (16) und (17)

$$K_{th}=\frac{632\left(\frac{Q_{01}}{Q_{02}}+1\right)(i_{02}''-i_{01}')\,(i_{01}''-i_u')}{\left[\frac{Q_{01}}{Q_{02}}(i_{02}''-i_{01}')+(i_c-i_{01}')\right](i_f-i_{01}'')+(i_{01}''-i_u')\,(i_b-i_{02}'')}\quad(24).$$

Auch in diesem Fall läßt sich also K_{th} nur durch die Wärmeinhalte der charakteristischen Punkte ausdrücken. Im Sonderfall ist $Q_{01}=0$ und $Q_0=Q_{02}$. Dann wird aus (17), (18), (19), (20) und (21)

$$\alpha=0;\quad\beta=\frac{i_c-i_{01}''}{i_c-i_{01}'}$$

$$G=\frac{Q_{02}}{(i_{02}''-i_{01}')}\cdot\frac{(i_c-i_{01}')}{(i_{01}''-i_u')};\quad G_1=G\ [x_1+\beta\ (1-x_1)];\quad G_2=(1-\beta)\,G\,(1-x_1)$$

In diesem Falle wird aus (24)

$$K_{th}=\frac{632\,(i_{02}''-i_{01}')\,(i_{01}''-i_u')}{(i_c-i_{01}')\,(i_f-i_{01}'')+(i_{01}''-i_u')\,(i_b-i_{02}'')}\quad(24\,a)$$

§ 5. Festlegung des günstigsten Vergleichs-Prozesses.

Durch die Gleichungen (12) und (24) läßt sich die spezifische Kälteleistung für die beiden Fälle der unvollkommenen und der vollkommenen Zwischenkühlung berechnen. Es ist nun festzustellen, welcher Fall den höheren Wert von K_{th} liefert. Um die beiden Fälle von einander zu unterscheiden, wollen wir die spezifische Kälteleistung bei unvollkommener Zwischenkühlung, bei der $\beta=0$ ist, mit K_0, und bei vollkommener Zwischenkühlung mit K_β bezeichnen.

Es ist klar, daß der Unterschied zwischen K_0 und K_β dann am größten sein wird, wenn die Dampfmenge, die einer Zwischenkühlung unterworfen werden muß, am größten ist; das ist aber dann der Fall, wenn eine möglichst große Dampfmenge G_2 durch den Niederdruckzylinder hindurchgeht, d. h., wenn die gesamte Kälteleistung Q_0 im Niederdruckverdampfer

bei der Temperatur t_{02} erzeugt wird. Wir können uns daher beim Vergleich auf den Sonderfall $Q_{01}=0$ oder $\alpha=0$ beschränken.

Aus (12a) und (24a) folgt dann

$$\frac{K_\beta}{K_0}=\frac{(i_u'-i_{01}')\,(i_f-i_{01}'')+(i_{01}''-i_u')\,(i_d-i_c)+(i_{01}''-i_u')\,(i_b-i_{02}'')}{(i_c-i_{01}')\,(i_f-i_{01}'')+(i_{01}''-i_u')\,(i_b-i_{02}'')}$$

Da im Zähler und Nenner der rechten Seite der letzte Summand gleich ist, so ist offenbar $K_\beta > K_0$, wenn

$$(i_u'-i_{01}')\,(i_f-i_{01}'')+(i_{01}''-i_u')\,(i_d-i_c) > (i_c'-i_{01}')\,(i_f-i_{01}'')$$

oder wenn

$$(i_{01}''-i_u')\,(i_d-i_c) > (i_f-i_{01}'')\,(i_c-i_u')$$

Die Bedingung, daß $K_\beta > K_0$ ist, lautet also:

$$\frac{i_{01}''-i_u'}{i_f-i_{01}''} > \frac{i_c-i_u'}{i_d-i_c} \qquad (25).$$

Diese Bedingung kann thermodynamisch leicht gedeutet werden:

Es muß die spezifische Kälteleistung des idealen einstufigen Kältemaschinenprozesses zwischen den Drücken p und p_{01} beim Ansaugen trocken gesättigter Dämpfe größer sein, als beim Ansaugen überhitzter Dämpfe (im Zustand **c**, Abb. 1 und 2).

Die Bedingung (25) kann auch in der Form geschrieben werden

$$\frac{i_{01}''-i_u'}{i_f-i_{01}''} > \frac{i_c-i_{01}''}{(i_d-i_c)-(i_f-i_{01}'')} \qquad (26)$$

oder nach Abb. 1

$$\frac{\text{Fläche (w h e y)}}{\text{Fläche (k v f e)}} > \frac{\text{Fläche (y e c z)}}{\text{Fläche (e f d c)}} \qquad (26\,a)$$

das heißt, daß die spezifische Kälteleistung des idealen einstufigen Kältemaschinenprozesses zwischen den Drücken p und p_{01} größer sein muß, als die Kälteleistung des Zusatzprozesses im überhitzten Gebiet.

Diese Bedingung ist nun in der Tat so gut wie immer erfüllt, denn der Idealprozeß der einstufigen Kaltdampfmaschine weicht nicht sehr stark vom Carnotschen Kreisprozeß ab, während der Zusatzprozeß im überhitzten Gebiet einem Kreisprozeß in der Kaltluftmaschine gleichkommt. Die Bedingung (25) oder (26) könnte nur in ganz extremen Ausnahmefällen nicht erfüllt sein, wenn der Grundprozeß besonders stark von einem Carnot-Prozeß abweicht, was z. B. bei einem sehr großen Druckverhältnis p/p_{01} oder in der Nähe des kritischen Punktes eintreten könnte und was sich durch einen besonders hohen Wert des spezifischen Dampfgehalts x_1 im Punkt *h* zu erkennen gäbe. Das Druckverhältnis hält sich aber stets in mäßigen Grenzen, weil p_{01} den Mitteldruck der Verbundkompression darstellt, und die am Schluß durchgerechneten Zahlenbeispiele lehren, daß selbst im überkritischen Gebiet (für CO_2) die Bedingung (25) oder (26) erfüllt bleibt.

Es ergibt sich also in allen praktischen Fällen

$$K_\beta > K_0,$$

d. h. der Prozeß mit vollkommener Zwischenkühlung durch verdampfende Mitteldruck-Flüssigkeit liefert die höhere spezifische Kälteleistung und er muß daher als Idealprozeß bei zweistufiger Kompression gewählt werden. Der Unterschied gegenüber dem Prozeß mit unvollkommener Zwischenkühlung ist in keinem Falle groß; das gefundene Ergebnis hat daher mehr grundsätzliche als praktische Bedeutung.

§ 6. Idealprozeß mit vollkommener Zwischenkühlung durch Kühlwasser und verdampfende Niederdruckflüssigkeit.

Es ist ohne jede Rechnung klar, daß es günstiger sein muß, die vollständige Zwischenkühlung durch Verdampfung von Flüssigkeit unter Mitteldruck als unter dem tiefsten Druck zu erreichen, da im ersten Fall der bei der Zwischenkühlung gebildete Dampf nur in der Hochdruckstufe, im zweiten Fall aber in beiden Stufen zu verdichten ist. Es soll aber trotzdem auch für diesen Fall die theoretische spezifische Kälteleistung K_{th} durch die Wärmeinhalte der charakteristischen Punkte dargestellt werden, da er praktisch gelegentlich vorkommt und seine Minderleistung nicht schwer ins Gewicht fällt.

Wieder sollen stündlich G kg des Kältemittels vom Kondensator dem ersten Regulierventil zufließen und in diesem $G x_1$ kg Dampf gebildet werden, der in trocken gesättigtem Zustand vom Hochdruckzylinder angesaugt wird. Von den $G(1-x_1)$ kg reiner Flüssigkeit verdampft im ersten Verdampfer bei der Temperatur t_{01} der Teil $\alpha G(1-x_1)$, wobei die Kälteleistung

$$Q_{01} = \alpha\, G\,(1-x_1)\, r_{01} = \alpha\, G\,(i_{01}''-i_u') \qquad (27)$$

erzeugt wird. Der Rest $(1-\alpha)\,G\,(1-x_1)$ wird im zweiten Regulierventil von p_{01} auf p_{02} abgedrosselt, wobei die Menge $(1-\alpha)\,G\,(1-x_1)\,(1-x_2)$ flüssig bleibt. Von dieser Menge wird der Teil

$$\gamma\,(1-\alpha)\,G\,(1-x_1)\,(1-x_2)$$

verdampfen, um die Zwischenkühlung der Dampfmenge $(1-\alpha)\,G\,(1-x_1)$ hinter dem Niederdruckzylinder von der Kühlwassertemperatur bis zur trockenen Sättigung beim Druck p_{01} zu bewirken. Für diesen Wärmeaustausch gilt die Gleichung

$$\gamma\,(1-\alpha)\,G\,(1-x_1)\,(1-x_2)\,r_{02} = (1-\alpha)\,G\,(1-x_1)\,(i_c-i_{01}'') \qquad (28)$$

Die Kälteleistung im zweiten Verdampfer bei der Temperatur t_{02} ist schließlich

$$Q_{02} = (1-\gamma)\,(1-\alpha)\,G\,(1-x_1)\,(1-x_2)\,r_{02} \qquad (29)$$

Aus (27), (28) und (29) kann man α, γ und G berechnen. Aus (27) wird

$$\gamma = \frac{i_c-i_{01}''}{(1-x_2)\,r_{02}} = \frac{i_c-i_{01}''}{i_{02}''-i_{01}'} \qquad (30)$$

und daher mit Gl. (3)

$$(1-\gamma)\,(1-x_2) = \frac{i_{02}''-i_c+r_{01}}{r_{02}}.$$

Aus (27) und (29) wird nun

$$\frac{Q_{01}}{Q_{02}} = \frac{\alpha}{(1-\alpha)} \cdot \frac{1}{(1-\gamma)\,(1-x_2)} \cdot \frac{r_{01}}{r_{02}} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \cdot \frac{r_{01}}{(i_{02}''-i_c+r_{01})}$$

und daraus

$$\alpha = \frac{i_{02}''-i_c+r_{01}}{(i_{02}''-i_c+r_{01})+\dfrac{Q_{02}}{Q_{01}}\cdot r_{01}} \qquad (31)$$

Aus (27) und (31) folgt dann

$$= \frac{Q_{01}}{\alpha\,(i_{01}''-i_u')} = \frac{Q_{01}}{i_{01}''-i_u'} + \frac{Q_{02}}{(i_{02}''-i_c+r_{01})} \cdot \frac{r_{01}}{(i_{01}''-i_u')} \quad (32)$$

Von diesem Gesamtgewicht G ist ein Teil

$$G_1 = G\,[x_1 + \alpha\,(1-x_1)] \quad (33)$$

nur von p_{01} auf p, also nur in der Hochdruckstufe zu verdichten, während der Rest

$$G_2 = (1-\alpha)\,G\,(1-x_1) \quad (34)$$

von p_{02} auf p, also in beiden Stufen, verdichtet werden muß.

Die Leistung im Hochdruckzylinder ist

$$AL_1 = G\,(i_f-i_{01}'') \quad (35)$$

und die Leistung im Niederdruckzylinder

$$AL_2 = G_2\,(i_b-i_{02}'') \quad (36).$$

Die spezifische Kälteleistung ist wieder

$$K_{th} = \frac{Q_{01}+Q_{02}}{AL_1+AL_2}$$

Setzt man die Werte aus den Gleichungen (27), (29), (35) und (36) ein, so wird

$$K_{th} = 632 \cdot \frac{\alpha(1-x_1)r_{01}+(1-\gamma)(1-\alpha)(1-x_1)(1-x_2)r_{02}}{(i_f-i_{01}'')+(1-\alpha)(1-x_1)(i_b-i_{02}'')}$$

oder nach einigen Umformungen, mit (30) und (31)

$$K_{th} = \quad (37)$$

$$\frac{632\left(\frac{Q_{01}}{Q_{02}}+1\right)(i_{02}''-i_c+r_{01})(i_{01}''-i_u')}{\left[\frac{Q_{01}}{Q_{02}}(i_{02}''-i_c+r_{01})+r_{01}\right](i_f-i_{01}'')+(i_{01}''-i_u')(i_b-i_{02}'')}$$

wobei $r_{01} = i_{01}''-i_{01}'$ ist. Damit ist auch in diesem Fall K_{th} nur durch die Wärmeinhalte ausgedrückt.

Im Sonderfall ist $Q_{01} = 0$ und $Q_0 = Q_{02}$. Dann wird aus (31), (32), (33) und (34)

$$\alpha = 0;\ G = \frac{Q_{02}}{(i_{02}''-i_c+r_{01})} \cdot \frac{r_{01}}{(i_{01}''-i_u')}$$

$$G_1 = Gx_1;\ G_2 = G\,(1-x_1).$$

In diesem Fall wird aus (37)

$$K_{th} = \frac{632\,(i_{02}''-i_c+r_{01})\,(i_{01}''-i_u')}{(i_f-i_{01}'')\,r_{01}+(i_{01}''-i_u')\,(i_b-i_{02}'')} \quad (37a)$$

Diesen Wert von K_{th} wollen wir mit $K\gamma$ bezeichnen.

§ 7. Zahlenbeispiele[1]).

$Q_0 = Q_{01} + Q_{02} = 100000$ kcal/h.

I. Für Ammoniak.

Gegeben $t = +30^0$, $t_{01} = -5^0$, $t_{02} = -35^0$ Kühlwassereintrittstemperatur (= Unterkühlungstemperatur) $t_u = +20°$.

Aus den Dampftabellen und dem i/lnp-Diagramm können dann folgende Werte entnommen werden:

$i_{01}' = -5{,}50$	$i_{02}' = -37{,}92$	$i_u' = 22{,}38$
$i_{01}'' = 300{,}14$	$i_{02}'' = 290{,}03$	$x_1 = 0{,}091$
$r_{01} = 305{,}64$	$r_{02} = 327{,}95$	$x_2 = 0{,}099$

$i_b-i_{02}'' = 42{,}0$; $i_d-i_c = 44{,}5$ $i_f-i_{01}'' = 39{,}8$ $= 315{,}2$.

[1]) Gerechnet für Ammoniak nach dem metrischen lnp-Diagramm des Bureau of Standards, Washington, und für Kohlensäure nach dem i/s-Diagramm der deutschen »Regeln für Leistungsversuche an Kältemaschinen und Kühlanlagen«.

1) $Q_{01} = 0$, $Q_{02} = 100000$ kcal/h, $\alpha = 0$.

a) Unvollkommene Zwischenkühlung nur mit Kühlwasser.

Aus Gleichung (12a) ergibt sich durch Einsetzen obiger Werte

$$K_{th} = K_0 = \mathbf{2063}\ \text{kcal/PS}_i\text{h}.$$

Daneben findet man aus (7) $G = 372{,}5$ kg/h, und aus (8) und (9) $G_1 = 33{,}9$ kg/h und $G = 338{,}6$ kg/h. Aus (10) und (11) erhält man für den Hochdruckzylinder $N_1 = 25{,}98$ PS_i und für den Niederdruckzylinder $N_2 = 22{,}50$ PS_i; $N_1 + N_2 = 48{,}48$ PS_i.

b) Vollkommene Zwischenkühlung mit Kühlwasser und Mitteldruck-Flüssigkeit.

Aus Gleichung (24a) erhält man

$$K_{th} = K_\beta = \mathbf{2123}\ \text{kcal/PS}_i\text{h}.$$

Es ist also K_β um rund 3 % größer als K_0. Daneben findet man aus (18) $\beta = 0{,}047$, aus (19) $G = 391{,}0$ kg/h und aus (20) und (21) $G_1 = 52{,}4$ kg/h und $G_2 = 338{,}6$ kg/h. Aus (22) und (23) wird $N_1 = 24{,}62$ PS_i und $N_2 = 22{,}50$ PS_i; $N_1 + N_2 = 47{,}12$ PS_i.

c) Vollkommene Zwischenkühlung mit Kühlwasser und Niederdruck-Flüssigkeit.

Aus Gleichung (37a) erhält man

$$K_{th} = K\gamma = \mathbf{2067}\ \text{kcal/PS}_i\text{h}.$$

Es ist also $K\gamma$ kleiner als K_β und fast ebenso groß wie K_0; die vollkommene Zwischenkühlung durch Niederdruck-Flüssigkeit erscheint also zwecklos.

Daneben findet man aus (30) $\gamma = 0{,}051$, aus (32) $G = 392{,}3$ kg/h und aus (33) und (34) $G_1 = 35{,}7$ kg/h und $G_2 = 356{,}6$ kg/h. Aus (35) und (36) wird $N_1 = 24{,}70$ PS_i, $N_2 = 23{,}70$ PS_i, $N_1 + N_2 = 48{,}40$ PS_i.

2) $Q_{01} = 30000$ kcal/h; $Q_{02} = 70000$ kcal/h.

a) Unvollkommene Zwischenkühlung.

Aus (6) findet man $\alpha = 0{,}293$, aus (7) $G = 368{,}8$ kg/h, aus (8) $G_1 = 131{,}7$ kg/h, aus (9) $G_2 = 237{,}1$ kg/h, aus (10) $N_1 = 24{,}98$ PS_i, aus (11) $N_2 = 15{,}75$ PS_i. Daraus

$$K_{th} = K_0 = \frac{100000}{24{,}98+15{,}75} = \mathbf{2455}\ \text{kcal/PS}_i\text{h}.$$

Denselben Wert erhält man unmittelbar aus (12).

b) Vollkommene Zwischenkühlung mit Kühlwasser und Mitteldruckflüssigkeit.

Aus (17) findet man $\alpha = 0{,}283$, aus (16) $\beta = 0{,}034$, aus (19) $G = 382{,}0$ kg/h, aus (20) $G_1 = 144{,}9$ kg/h, aus (21) $G_2 = 237{,}1$ kg/h. Aus (22) $N_1 = 24{,}05$ PS_i, aus (23) $N_2 = 15{,}75$ PS_i. Daraus

$$K_{th} = K_\beta = \frac{100000}{24{,}05+15{,}75} = \mathbf{2513}\ \text{kcal/PS}_i\text{h}.$$

Denselben Wert erhält man unmittelbar aus (24). Es ist also hier K_β um etwa 2,4 % größer als K_0.

c) Vollkommene Zwischenkühlung mit Kühlwasser und Niederdruckflüssigkeit.

Aus (31) findet man $\alpha = 0{,}283$, aus (30) $\gamma = 0{,}051$, aus (32) $G = 382{,}0$ kg/h, aus (33) $G_1 = 133{,}0$ kg/h, aus (34) $G_2 = 249{,}0$ kg/h. Aus (35) $N_1 = 24{,}05$ PS_i, aus (36) $N_2 = 16{,}55$ PS_i. Daraus

$$K_{th} = K_\gamma = \frac{100\,000}{24{,}05 + 16{,}55} = \mathbf{2463}\ \text{kcal/PS}_i\text{h},$$

also nur ganz wenig besser als bei unvollkommener Zwischenkühlung. Denselben Wert erhält man unmittelbar aus (37).

II. Für Kohlensäure.

Gegeben: $p = 80$ at, $t_{01} = -5^0$, $t_{02} = -30^0$, $t_u = +25^0$. Aus den Dampftabellen und dem i/s-Diagramm können folgende Werte entnommen werden:

$i_{01}' = -2{,}94$	$i_{02}' = -16{,}35$	$i_u' = 15{,}0$
$i_{01}'' = 55{,}48$	$i_{02}'' = 55{,}97$	$x_1 = 0{,}307$
$r_{01} = 58{,}42$	$r_{02} = 72{,}32$	$x_2 = 0{,}185$

$i_b - i_{02}'' = 7{,}54$; $i_d - i_c = 11{,}2$; $i_f - i_{01}'' = 9{,}2$
$i_c = 63{,}5$.

Es sei $Q_{01} = 0$; $Q_{02} = Q_0 = 100\,000$ kcal/h; $\alpha = 0$.

a) Unvollkommene Zwischenkühlung.

Aus Gleichung (12a) ergibt sich durch Einsetzen obiger Werte

$$K_{th} = K_0 = \mathbf{1632}\ \text{kcal/PS}_i\text{h}.$$

Daneben findet man $G = 2450$ kg/h, $G_1 = 752$ kg/h, $G_2 = 1698$ kg/h, $N_1 = 41{,}05$ PS$_i$, $N_2 = 20{,}25$ PS$_i$, $N_1 + N_2 = 61{,}30$ PS$_i$.

b) Vollkommene Zwischenkühlung mit Kühlwasser und Mitteldruck-Flüssigkeit.

Aus Gleichung (24a) erhält man

$$K_{th} = K_\beta = \mathbf{1645}\ \text{kcal/PS}_i\text{h}.$$

In diesem ziemlich extremen Beispiel ($x_1 = 0{,}307$!) ist also K_β immer noch größer als K_0, doch beträgt der Unterschied nur noch 0,8 %. Es wird hier noch $\beta = 0{,}120$, $G = 2784$ kg/h, $G_1 = 1086$ kg/h, $G_2 = 1698$ kg/h, $N_1 = 40{,}55$ PS$_i$, $N_2 = 20{,}25$ PS$_i$, $N_1 + N_2 = 60{,}80$ PS$_i$.

Auf Grund der vorstehenden Untersuchung wird daher vorgeschlagen, als Ideal-Prozeß bei zweistufiger Kompression einen Prozeß mit vollkommener Zwischenkühlung durch Mitteldruck-Flüssigkeit anzunehmen.

Mustermesse und Kälteindustrie.

Von Dipl.-Ing. M. Hirsch, Beratender Ingenieur V.B.J. Frankfurt a. M.

Als die allgemeine Maschinenindustrie dazu überging, Mustermessen in größerem Maßstabe zu beschicken, konnte dies als ein Schritt der natürlichen Weiterentwickelung unserer von Technik mehr und mehr durchdrungenen Zeit angesehen werden. Es darf jedoch nicht übersehen werden, daß der Entschluß hierzu in der Zeit zunehmender Inflation also ungewöhnlicher Verhältnisse reifte und zur Beurteilung seiner Berechtigung eine ernste Prüfung am Platze ist. In doppeltem Maße gilt dies für die Beurteilung der Messefähigkeit eines Sonderzweiges, wie ihn die Kältemaschinenindustrie darstellt.

Der Grad, in dem die Mustermessen durch die Erzeuger von Kühlanlagen beschickt werden, scheint weder ein steter, noch in gerader Linie sich vorwärts entwickelnder zu sein. Nur wenige erfolgreich durchgedrungene Modelle von kleinen und mittleren Kühlmaschinen zeigen sich in regelmäßiger Folge, und hier ist es noch nicht sicher, ob der Erfolg oder das Festhalten an einer repräsentativen Schaustellung hierfür verantwortlich zu machen ist.

Mustermessen sind keine Fachausstellungen. Goldene Medaillen werden nicht verteilt, und der Aussteller darf nicht Ruhm und moralische Anerkennung auf ihnen suchen. Ausschlaggebend allein ist der unmittelbare Erfolg, den die ausgestellte Ware bringt. Hieraus ergibt sich, daß die Mustermesse als Gelegenheit zur Ausstellung der Erzeugnisse der Kältemaschinenindustrie nur dann angesehen werden darf, wenn unter den Besuchern in ausgiebigem Maße Verbraucherkreise dieser Sondererzeugnisse erwartet werden können, Verbraucher für die vollständige Kühleinrichtung oder aber auch für Einzelteile und Zubehör.

Die Dauer einer Mustermesse ist auf wenige Tage beschränkt. Der Umfang des Ausgestellten wird meist nur aus Rückblicken bekannt, und der Verbraucher erfährt zu spät, daß dort zu finden war, was er suchte. Daß vielleicht in größerem Umfange Kältemaschinen unter anderen technischen Erzeugnissen zerstreut auf jeder Mustermesse zu finden sein werden, genügt nicht, um aus weiterer Umgebung oder gar aus dem Auslande Käufer heranzuziehen. Von vornherein müßte die Sicherheit bestehen, daß der gegenwärtige Stand der deutschen Kühlmaschinenindustrie auf jeder Mustermesse leicht auffindbar gezeigt wird, um die Messefähigkeit der Kühlanlage zu schaffen. Man braucht nicht allzu optimistisch hinsichtlich der allgemeinen Ausbreitung der Kühlmaschine zu sein, um einer hierauf zielenden Organisation Erfolg zu versprechen.

Es ist selbstverständlich, daß nur die kleinen und kleinsten Kühlanlagen für Ausstelluug auf der Messe in Betracht kommen, wie sie Gewerbe und Haushalt benötigen. Die mittlere und große Kühlmaschine mag ihren Platz auf der Fach- und allgemeinen Großausstellung beibehalten. Günstig für die Messebeschickung wirkt der Umstand, daß die Kleinkühlmaschine sich in einer lebhaften Entwickelung hinsichtlich ihrer konstruktiven Ausbildung wie auch ihrer Anwendung befindet. Es wird daher für die nächsten Jahre zu erwarten sein, daß jede weitere Messe Neues bringt und zu ihrem Besuch lockt. Vielleicht sind auch die Zeiten nicht fern, wo eine Kühlmaschinenabteilung für den allgemeinen Maschinenhändler oder sogar für den ohne besondere Absicht zureisenden Messebummler Interesse bietet und der Erfolg des Ausstellers vervielfacht.

Von welcher Seite aus die Organisation einer wirksamen Beschickung der Mustermesse durch die Kältemaschinenindustrie ausgeht, ist gleichgültig. Sie kann durch die Erzeugerkreise oder auch durch die fachmännisch beratene Messeleitung erfolgen. Unterbleibt sie, so ist zu befürchten, daß sich wenig befriedigende Pendelungen ergeben und schließlich, was die natürliche Folge wäre, die Bedeutung der Mustermesse für die Kühlanlagenlieferer aufhört. Bei der Notwendigkeit, nutzlose Aufwendungen zu vermeiden, um unsere Wirtschaft zielbewußt wieder aufzubauen, darf sogar nicht verschwiegen werden, daß ein Aufhören der Messebeschickung in diesem Falle das kleinere Uebel wäre.

Einer besonderen Beurteilung bedürfen Einzelteile und Zubehör zu Kältemaschinen, die, wie erwähnt, neben vollständigen Kühlanlagen zu den Gegenständen einer Mustermesseausstellung gezählt werden können. Der Lieferer von betriebsfertigen Kühlanlagen, also insbesondere der Fabrikant, tritt hier als Interessent auf. Die regelmäßige und umfangreiche, um nicht zu sagen erschöpfende, Vertretung der Werkzeugmaschinenindustrie gerade auf der Leipziger Mustermesse bringt in zunehmendem Maße den Industriellen selbst als Besucher bei, wenn er bestrebt ist, seine Herstellungsverfahren auf der Höhe der Entwickelung zu halten. Für ihn bietet sich alsdann Gelegenheit zu prüfen, inwieweit er zum Bezug von Einzelteilen und Zubehör aus Sonderwerkstätten anstelle der weniger wirtschaftlichen Eigenerzeugung übergehen sollte. Der Hersteller solcher Sondererzeugnisse, zu denen beispielsweise Armaturen, Rohrschlangen, Behälter, Eisformen, Kühlkästen, Isoliertüren, Beschläge, Packungen, Isolierungen und Verkleidungen zählen, braucht daher eine besondere Organisation nicht erst abzuwarten. Für ihn liegt die Erfolgsmöglichkeit ohne weiteres vor, da mit einer regelmäßigen hinreichenden Anzahl von besuchenden Interessenten von vornherein gerechnet werden darf. Diese Ausnutzung der Mustermesse kann nicht genug auch deshalb empfohlen werden, weil ihr Erfolg ein Teil wünschenswerter, um nicht zu sagen nötiger Rationalisierung der Kältemaschinenerzeugung darstellt.

Wenn oben als wirksames Mittel die örtliche Zusammenfassung der ausgestellten Kühlanlagen bezeichnet wurde, so braucht dies nicht zu hindern, daß ein zweites Mal die gleichen Maschinen in ihrer bestimmten Anwendung gezeigt und den Abteilungen für das Einzelgewerbe, die Haushaltungskühlanlage der Abteilung für Kücheneinrichtungen, zugeordnet werden. Hier bietet sich auch die Gelegenheit, der fremden Industrie mit der Kühlmaschine das Mittel zur Verfügung zu stellen, um ihre eigenen Erzeugnisse wirksamer in Erscheinung treten zu lassen. In solchen Fällen muß selbstverständlich die Kühlanlage in Betrieb vorgeführt werden. Dies darf auch ganz allgemein als Forderung aufgestellt werden. Der Verbraucher will sich selbst davon überzeugen, daß seine Erwartungen in Bezug auf leichte Bedienung, ruhigen Lauf und sicheres Arbeiten erfüllt sind. Da eine pflichtbewußte Messeleitung nur solche Anlagen zur Vorführung in Betrieb zulassen wird, die für die besuchende Menge keinerlei Gefahren bietet, ergibt sich für den Aussteller die nicht zu unterschätzende Anregung, seiner Maschine den höchsten Grad der Gefahrlosigkeit zu geben und damit an ihrer Vervollkommnung mitzuarbeiten.

Das gleichzeitige Auftreten ausländischer Erzeugnisse neben den deutschen steht zu erwarten. Damit wird der internationale Wettbewerb vor das Forum der Oeffentlichkeit getragen. Eine Einschränkung läge kaum im Interesse der deutschen Kältemaschinenindustrie, denn diese wird und darf den Nachweis nicht scheuen, daß sie gleich Gutes oder Besseres bietet als jeder ausländische Konkurrent. Hier soll nicht die Frage erörtert werden, ob sie dieses Ziel schon heute erreicht hat. Um den Rang zu sichern, wäre es bestimmt verkehrt, die Augen zu schließen, anstatt die Kräfte zu wecken, an deren Vorhandensein wir nicht zweifeln dürfen.

Ein Wort über die geeignete Vertretung auf der Mustermesse erscheint angebracht. Wenn irgendwo in der Industrie, so bietet sich hier für den weiblichen Werber ein wirksames Feld, vor allem, wenn es sich darum handelt, die Haushaltungskühlanlage anzupreisen, deren Wartung ja ausschließlich weiblichem Personal zufällt. Der die Messe besuchende Verbraucher will wissen, welche Anwendung die Kälte findet und welche Handgriffe zum Anstellen, Abstellen und Betrieb erforderlich sind. Wird ihm dies durch holde Weiblichkeit gezeigt, so ist er leichter zu gewinnen, als wenn der strenge Fachmann zu Erklärungen abirrt, die hier nicht angebracht erscheinen.

Anmerkung der Schriftleitung. Die vorstehenden Ausführungen haben natürlich nicht nur für die Mustermessen Geltung, sondern in vieler Beziehung auch für Sonderausstellungen. Es ist erfreulich, sagen zu können, daß in der großen landwirtschaftlichen Ausstellung, der »grünen Woche« in Berlin, über die noch berichtet werden wird, die Kälteindustrie mit Kleinkältemaschinen wie auch Eisschränken glänzend vertreten war. Durch das Nahebeieinander der vielen Kühlschränke und Kältemaschinen wurde offensichtlich dem Publikum bewußt, daß unsere Industrie in der Volkswirtschaft etwas zu bedeuten hat. Der privatwirtschaftliche Nutzen kann wohl nicht ausbleiben.

Wie die Leser aus den Mitteilungen der Leipziger Messeleitung im vorliegenden Heft ersehen, ist die Ausstellung unserer Industrie diesmal besonders sorgfältig vorbereitet.

Die Leichenkühlanlage im Hamburger Hafenkrankenhaus.

Von Ingenieur Albert Peffer, Berlin.

Der Bau von Leichenkühlanlagen ist für große Städte eine Notwendigkeit geworden, da tötliche Unglücksfälle und Verbrechen an Personen zu den täglichen Ereignissen gehören, die in vielen Fällen eine lange Untersuchung im Gefolge haben. Es wird oft erforderlich, daß die Leichen längere Zeit aufbewahrt und vor dem Verwesen geschützt werden müssen.

In der Stadt Hamburg liegen die Verhältnisse in dieser Beziehung besonders ungünstig, da sich bei dem großen Schiffsverkehr auf der Elbe und in den Häfen sowie auf den zahlreichen Werften besonders viele Unglücksfälle ereignen.

Schon im Jahre 1901 wurde im Hafenkrankenhaus ein Leichenschauhaus in Verbindung mit einer Leichenkühl- und Gefrieranlage und einer Anatomie eingerichtet, die bis zum vorigen Jahr im Betriebe war und sich ausgezeichnet bewährt hat.

In den letzten Jahren erwies sich die Anlage als zu klein und wurde aus diesem Grunde im vorigen Jahr vollkommen umgebaut und vergrößert. Die Ausführung der neuen, modernen Ammoniak-Kältemaschinenanlage wurde der Firma A. Borsig übertragen, die auch die alte SO_2 Maschine geliefert hatte.

Bei der neuen Anlage ist der Leichenkeller zur Aufbewahrung von 50 bis 60 Leichen eingerichtet, da in den Sommermonaten mit einem täglichen Eingang von 10 bis 12 Leichen gerechnet werden muß. Die Ausstattung ist aus Abbildung 1 ersichtlich. Außerdem sind 5 Gefrierzellen für Leichen und ein

Gefrierschrank für Präparate eingebaut. Das Gefrieren der Leichen ist für längere Aufbewahrung, wie sie namentlich bei Gerichtsleichen in Frage kommt, eine unbedingte Notwendigkeit.

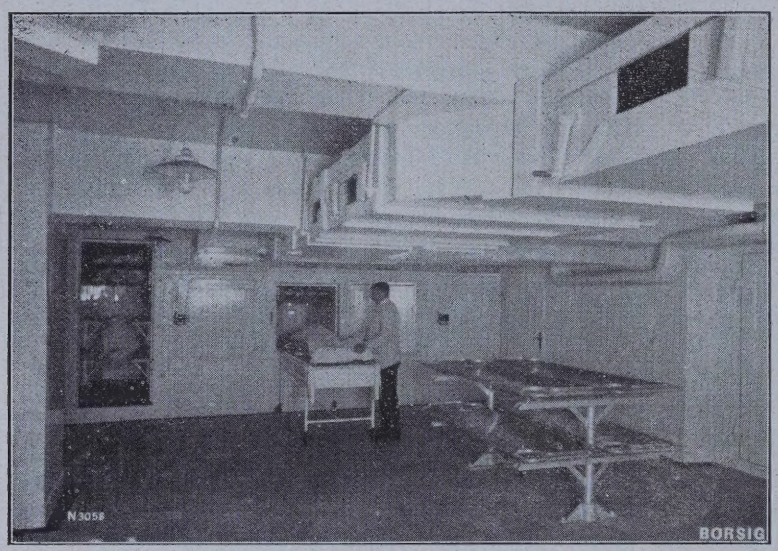


Abbildung 1

Die Kühleinrichtungen sind derart ausgeführt, daß die Leichen möglichst gleichmäßig gekühlt werden.

Der Leichenkeller von etwa 150 m² Bodenfläche ist allseitig mit Korkplatten von 10 cm Stärke gut isoliert. Er wird ausschließlich durch kalte, getrocknete und gereinigte Luft auf —5° C gekühlt, die durch fein verteilte über Raschigringe rieselnde Sole gedrückt wird. Die Rieselfläche ist sehr groß, so daß sie auf die Luft wie ein Filter wirkt und alle Unreinigkeiten, Gerüche, Feuchtigkeit usw. zurückhält. Dies ist bei einer Leichenkühlanlage für die darin beschäftigten Personen von großer Wichtigkeit. Durch die Feuchtigkeitsaufnahme wird die Sole allmählich verdünnt und muß daher von Zeit zu Zeit durch Zusatz von Salz konzentriert werden. Abbildung 2 zeigt die Anordnung des Leichenkellers und der Kühleinrichtung. Die Luft wird von einem Zentrifugal-Ventilator durch an der Decke liegende Saug-Holzkanäle aus dem Leichenkeller abgesaugt, darauf durch den Luftkühler gedrückt und durch die Druck-Kanäle in gleichmäßiger Weise im Raume verteilt. Die Regelung der Luftmengen erfolgt durch eingebaute Schieber. Frischluft kann durch das Frischluftrohr eingezogen werden.

Der Luftkühler dient gleichzeitig zum Vorkühlen und Belüften der Leichengefrierzellen und des Präparatenschrankes, wobei sehr viel Feuchtigkeit von der Sole aufgenommen wird. Die Feuchtigkeit würde sonst die Kühlsysteme der Gefrierzellen zu stark mit Schnee bedecken und die Kühlwirkung hindern. Die Gefrierzellen und der Präparatenschrank sind sehr stark isoliert und werden durch Rohrsysteme, in denen Ammoniak bei —25° C verdampft, auf —15° C gekühlt. Diese tiefe Temperatur ist namentlich dann notwendig, wenn es sich um das Gefrieren von Wasserleichen oder solchen Leichen handelt, bei denen die Verwesung schon stark vorgeschritten ist.

Die Kältemaschinenanlage selbst liegt in einem anderen Gebäude, welches durch einen ca. 40 m langen begehbaren Rohrkanal mit der eigentlichen Kühlanlage verbunden ist. Sie besteht aus einem liegenden Ammoniak-Verdichter für 30 000 kcal je Stunde bei —17,5° C Verdampfungstemperatur. Dieser dient zur Kühlung des Leichenkellers und für die Eiserzeugung. Ein zweiter etwas kleinerer Verdichter für eine Leistung von 6 000 kcal/h bei —25° C Verdampfungstemperatur dient zur Tiefkühlung der Gefrierzellen und des Präparatenschrankes. Der Einbau eines Reserveverdichters von 30 000 kcal je Stunde erfolgt demnächst. Der Antrieb erfolgt durch Drehstrom-Elektro-Motoren.

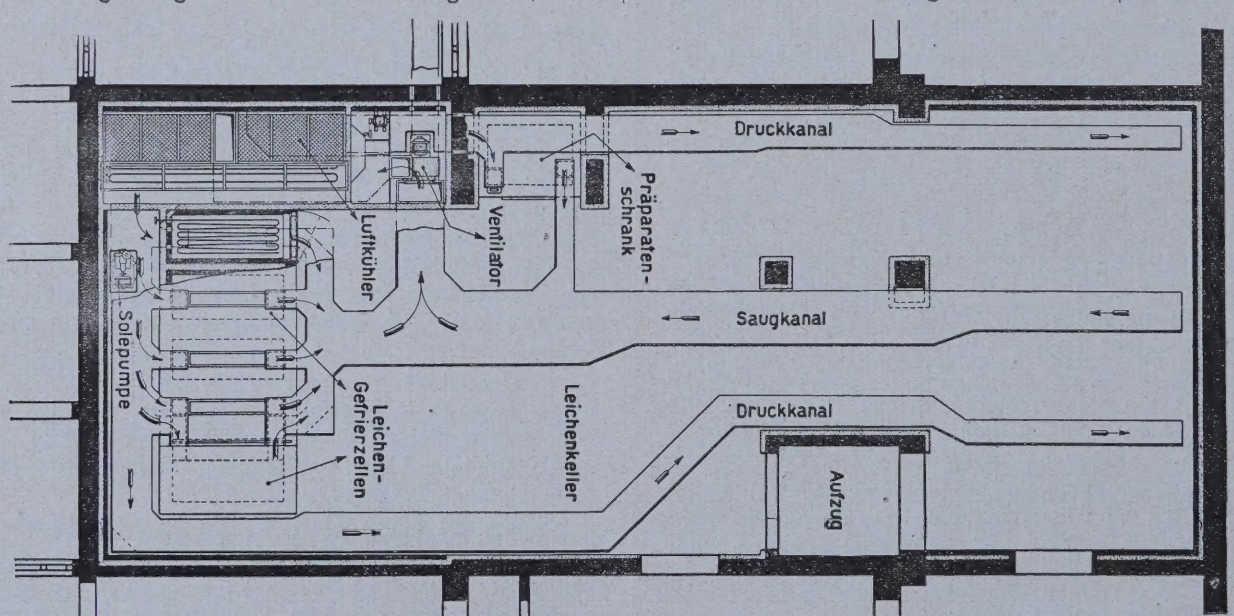


Abbildung 2

Für die Verflüssigung der verdichteten Ammoniakgase dienen Doppelrohr-Gegenströmer.

Mit der Kältemaschine ist eine Eiserzeugungsanlage für eine Tagesleistung von 1200 kg verbunden. Die Betriebszeit der gesamten Anlage beträgt bei stärkster Beanspruchung etwa 16 Stunden im Tage.

Die neue Anlage ist im Juni 1927 in Betrieb gekommen und hat sich in allen Teilen bewährt.

Ein neuartiger Kompressor für Kleinkältemaschinen.

In den letzten Jahren sind zahlreiche Bauarten von Kompressoren für kleine und mittlere Kälteleistungen bekannt geworden, die sich mehr oder weniger an die althergebrachten Formen anlehnen.

Ein im Kältemaschinenbau neuartiger konstruktiver Gedanke findet sich in dem Kompressor von Henri Corblin, Paris, verwirklicht, Abb. 1[1]). Eine dünnwandige kreisrunde Metall-Membran c ist zwischen zwei kreisrunde Platten a und b eingeklemmt und kann in den doppelkegelförmigen Aussparungen dieser Platten eine Schwingungsbewegung von geringer Amplitude ausführen. Die Schwingungen in der Membran bedingen das Ansaugen

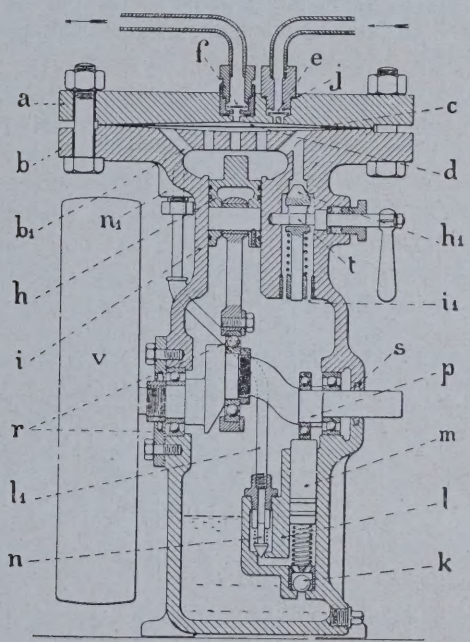


Abb. 1. Membranverdichter von Corblin.

des Kältemittels durch das Saug-Plattenventil e und das Ausstoßen nach erfolgter Kompression durch das Druck-Plattenventil f; j ist eine Dichtung aus Vulkanfiber. Die Schwingungsbewegung der Membran c wird durch den Auf- und Abwärtsgang des Kolbens h mit gußeisernen Kolbenringen in dem mit Oel gefüllten Zylinder i hervorgerufen, wobei das Oel durch die Oeffnungen b_1 in der unteren Platte b bis zur Membran c vordringen kann und die Membran an die obere Platte a fest anpreßt; dadurch schrumpft der schädliche Raum fast auf Null zusammen. Die geringen Oelmengen, die durch Undichtigkeiten zwischen Zylinder und Kolben nach unten entweichen, werden durch die kleine Kompensations-Oelpumpe l^2) mit Kolben m, Saugventil k und Druckventil n durch die Leitung l_1, n_1 ersetzt; überschüssiges Oel wird durch das Sicherheitsventil h_1 auf dem Wege i_1 beseitigt, das mit Hilfe des Nockens t eingestellt werden kann und das jede unzulässige Drucksteigerung verhindert. Sämtliche Lager sind als Kugellager r ausgebildet. Der Antrieb erfolgt durch die Riemenscheibe v.

Der Hauptvorteil dieser Bauart liegt darin, daß das Kältemittel mit dem Oel überhaupt nicht in Berührung kommt. Die inneren Oberflächen des Verflüssigers und Verdampfers bleiben daher stets rein und jeder Oelabscheider ist entbehrlich. Ein weiterer, nicht zu unterschätzender Vorteil ist der Fortfall der Stopfbüchse. Die Abnutzung und Reibungsarbeit zwischen Kolben und Zylinder ist sehr gering, da der Kolben vollständig in Oel läuft.

Dieser Kompressortyp, von dem in Frankreich einige Hundert Stück zufriedenstellend laufen, wurde bisher für Kälteleistungen von 500 bis 6000 kcal/h für Ammoniak und von 15000 bis 30000 kcal/h für Kohlensäure gebaut. Die größten Maschinen machen 200, die kleinsten 380 Umdr./min. Neuerdings ist eine kleinste Type für einen Haushalt-Kühlschrank mit einer Kälteleistung von 200 kcal/h gebaut worden. Der Leistungsverbrauch beträgt für 30000 kcal/h 12 PS, für 6000 kcal/h 2,7 PS, für 500 kcal/h 0,3 PS und für 200 kcal/h 1/6 PS. Während die Schwingungsamplitude der Membran, gemessen in der Zylinderachse, bei größeren Maschinen bis 4 mm beträgt, ist man bei den kleinsten Modellen bis auf 1 mm zurückgegangen; je geringer der Hub, um so geräuschloser der Gang. Die Lebensdauer der Membran beträgt bei den größeren Maschinen etwa 2000 Arbeitsstunden. Bei den keinen Maschinen mit geringerer Schwingungsamplitude hofft man eine wesentlich längere Lebensdauer zu erreichen. In Haushaltmaschinen würde sich der Bruch der Membran besonders unangenehm bemerkbar machen, da der Ersatz, so einfach und billig er auch sein mag, nicht vom Hauspersonal bewerkstelligt werden kann. Jeder Bruch bringt außerdem eine Vermischung des Kältemittels mit dem Schmieröl mit sich, dessen Vermeidung gerade den wesentlichen Vorteil dieser Bauart darstellen soll.

Beim Betriebe dieser Kompressoren hat es sich gezeigt, daß der durch das Saugventil e eintretende Gasstrom beim Aufprallen auf die dünne Membran c diese im Laufe der Zeit stark deformieren kann; es bildet sich eine deutlich wahrnehmbare Ausbeulung, welche die Amplitude der Schwingung und damit die Saugleistung erheblich herabgesetzt. Bei den neuen Ausführungen ist daher der Anschluß der Saugleitung mit dem Saugventil weit an den äußeren Rand der Platte a hinaus verschoben, wo die Amplitude der Schwingung viel kleiner und die Wirkung des eintretenden Gasstroms auf die Membran viel schwächer ist.

Kompressoren dieser Bauart werden auch als mehrstufige Hochdruckkompressoren bis zu Drücken von 1200 at benutzt. Es ist gelungen, den Gasdruck in einer Stufe von 1 at auf 125 at zu bringen.

R. Plank.

[1]) Vgl. Comptes rendus des séances de l'Academie des Sciences Bd. 172, S. 46, 1921. (Vorgelegt durch Maurice Leblanc).

[2]) Diese Oelpumpe liegt bei den ausgeführten Maschinen außerhalb des Gehäuses.

Zeitschriftenbericht.

Wissenschaftliche Grundlagen.

Untersuchung einiger technischer Zähigkeitsmesser. S. Erk. Zeitschrift für Technische Physik, 1927, Heft 12.

Mit einem störungsfreien Kapillarviskosimeter werden Fundamentalbestimmungen der Zähigkeit an Anilin, Rizinusöl und neun Mineralölen in einem großen Temperaturbereich durchgeführt. Mit diesen Flüssigkeiten werden dann die Zähigkeitsmesser nach Engler, Vogel-Ossag, Lawaczeck und Michell untersucht. Die Grenzen der Verwendungsmöglichkeit dieser Apparate und die mit ihnen erreichbare Meßgenauigkeit werden bestimmt. Der Zusammenhang zwischen dem Englergrad und der kinematischen Zähigkeit werden in einem weiten Bereich experimentell ermittelt. Ist ν die kinematische Zähigkeit, E die Anzahl der Englergrade, so gilt mit großer Genauigkeit

$100\ \nu = E \cdot 0{,}076^{\left(1-\frac{1}{E^3}\right)}$; für $E > 8$ ist der Verlauf geradlinig.

Die Trägheit der Thermometer mit besonderer Berücksichtigung der Kühlhauspraxis. E. Grifiths a. J. H. Awberry. (Thermometric lag, with especial reference to cold storage practice). Coll. Res. Nat. Phys. Lab. Bd. **19**, 111; 1926. Refrig. Eng. **13**, 309; 1927.

Auf Schiffen wird die Temperaturmessung in Kühlräumen oft noch so gehandhabt, daß das Thermometer in den Kühlraum hinabgelassen und zur Ablesung wieder an Deck gezogen wird. Für dieses immerhin ziemlich rohe Verfahren haben die Verfasser eine Methode ausgearbeitet, mit der man durch Anbringung einer einfachen Korrektur ziemlich genaue Werte erhalten kann. Es ist dazu nur die Kenntnis einer leicht zu ermittelnden »Instrumentenkonstante« nötig, die auch für die Berichtigung von Fernthermometeranzeigen vorteilhaft verwendet werden kann.

Wenn man ein Thermometer, das eine gewisse Temperatur ϑ_1 besitzt, in einen Raum mit einer konstanten anderen Temperatur ϑ_2 bringt, so ist die zeitliche Temperaturänderung des Thermometers:

$$(1) \qquad \frac{d\vartheta}{dt} = \frac{1}{C}(\vartheta - \vartheta_2).$$

Die Größe C nehmen die Verfasser als konstant an, was unter vergleichbaren Verhältnissen (Ablesung in ruhiger Luft, vor Strahlung geschützt) auch wohl zulässig ist. In Wirklichkeit hängt C von all den Größen ab, die den Wärmeübergang von der Umgebung an das Thermometer beeinflussen.

Aus Gl. (1) folgt nach einigen einfachen Umformungen:

$$(2) \qquad \ln(\vartheta_1 - \vartheta_2) = \frac{t}{C} + \ln(\vartheta - \vartheta_2)$$

Hierin sind t, ϑ, ϑ_2 und C bekannt, ϑ_1 ist also leicht daraus zu berechnen.

Die Größe C kann durch einen einfachen Versuch bestimmt werden. Man bringt das erwärmte oder abgekühlte Thermometer rasch in einen Raum bekannter, konstanter Temperatur und beobachtet nun den Verlauf der Temperaturanzeige. Trägt man die Logarithmen des Temperaturunterschiedes zwischen Thermometer und Versuchsraum über der Zeit als Abzisse auf, so ergibt sich eine Gerade, deren Tangente (Differentialquotient nach der Zeit) gleich $-\frac{1}{C}$ ist. (Man beachte, daß die Gl. (2) natürliche Logarithmen enthält; wenn man der Bequemlichkeit halber das Diagramm mit dekadischen Logarithmen gezeichnet hat, muß man bei der Berechnung von C wieder zu natürlichen Logarithmen übergehen.)

Die Verfasser haben für eine Anzahl von gebräuchlichen Thermometertypen die nachfolgenden Werte von C ermittelt, die aber nicht ohne weiteres auf ein beliebiges Instrument übertragen werden können.

Hg-	Gewöhnliches Alkohol-Thermometer	Geschütztes Thermometer nach Abb. 1	Pt-Widerstandsthermometer	Fernthermometer Hg in Stahlrohr
C = 3,38	6,11	14,57	17,29	18,28 min.

C hat die Dimension [min.]

Unter den untersuchten Typen befindet sich an dritter Stelle auch ein besonders für die Ablesung außerhalb des Kühlraumes bestimmtes Thermometer, das in Abb. 1 dargestellt ist.

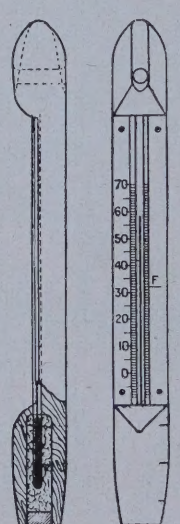


Abb. 1.
Thermometer mit Wärmeschutz.

Ein solches Thermometer ergibt natürlich keinen so großen Fehler wie ein ungeschütztes, wenn es außerhalb des Kühlraumes abgelesen wird, aber es braucht infolge seiner großen Trägheit lange Zeit, bis es die Temperatur des Kühlraumes angenommen hat. Darauf muß bei seiner Verwendung geachtet werden.

Die Größe C hat noch eine weitere Bedeutung. Befindet sich nämlich das Thermometer in einem Raum, dessen Temperatur (annähernd linear) zu- oder abnimmt, so zeigt es stets die Temperatur an, die der Raum C Minuten vor der Ablesung besessen hat. Dies läßt sich ebenfalls durch eine einfache Ableitung zeigen, indem man in Gl. (1) $\vartheta = (\vartheta_0 + at)$ einführt.

Ein Beispiel möge die letztere, besonders für das träge Fernthermometer der Tabelle bemerkenswerte Rechnung erläutern: Das Fernthermometer zeigte um 11^{50} die Temperatur $4{,}0^0$, um 12^{10} aber $4{,}5^0$. Gesucht ist die Temperatur um 12^{00}. Da das Thermometer eine Verzögerung von rund 18 Minuten hat, so hatte

der Kühlraum in Wirklichkeit die Temperatur 4,0° um 11^{32}, die Temperatur 4,5° um 11^{52}. Die Temperatur um 12^{00} ist also 4,7°, während eine einfache Mittelbildung den falschen Wert 4,25° ergeben hätte.

S. Erk.

Ueber die Zusammendrückbarkeit von Sauerstoff und den Inhalt der Aufnehmer. (Sur la compressibilité de l'oxygène et la calcul de la contenance des récipients dans lesquels il est comprimé). I. Malgrange. La Revue générale du froid. 8, 10. Oktober-November 1927.

Die Arbeit enthält eine graphische Darstellung der Abhängigkeit des Produktes P. V für Sauerstoff vom Druck bei 15° sowie ein weiteres Diagramm, welches das Sauerstoff-Volumen, gemessen bei 1 at, angibt, das bei 15° in einem bestimmten Volumen enthalten ist, wenn der Druck zwischen 1 und 400 atü variiert. Die Angaben beruhen auf den Messungen von Amagat (1893) bei 100, 200 und 300 at ohne Berücksichtigung der ausführlicheren späteren Arbeiten von K. Onnes und Mitarbeitern sowie von Holborn und Otto.

Die Bedeutung des Widerstandsgesetzes und der hydraulischen Aehnlichkeit für die Mengenmessung. Alfred Grunwald und Fritz Engel. Wissenschaftliche Veröffentlichungen des Siemenskonzerns. VI. Band, 1. Heft. Verlag: Julius Springer 1927.

Die Verfasser geben eine Darstellung des Widerstandsgesetzes und seiner Abhängigkeit von der Art der Strömung, sowie von der Bedeutung der Reynoldschen Zahl. Es wird weiter die Bedeutung der hydraulischen Aehnlichkeit dargetan, die es ermöglicht, aus Versuchen mit einer Flüssigkeit auf das Verhalten einer anderen zu schließen, wenn nur die Reynoldsche Zahl in beiden Fällen die gleiche ist.

Da nach Blasius

$$\lambda = 0{,}3164 \sqrt[4]{\frac{1}{Re}} \quad \text{und} \quad \lambda = \frac{0{,}3164}{\sqrt[4]{Re}}$$

so ist es sehr bequem, aus den Nomogrammen die Werte für $Re = \frac{w \cdot d}{\nu}$ für Wasser und Wasserdämpfe entnehmen zu können. Das Diagramm ließe sich leicht so ändern, daß man durch Eintragen der Zähigkeitskurven für Sole und Aenderung der Beschriftung λ für Soleleitungen abgreifen könnte.

Kältemaschinen

Bemerkungen über die Regelung von Kältemaschinen. Dombrovski. La revue générale du froid et des industries frigorifiques. Juni-Juli 1927.

Der Verfasser betrachtet kritisch 3 Bauarten von automatischen Reglern und Schwimmern.

1. Der Schwimmer liegt im Verdampfer und öffnet ein Nadelventil, wenn der Flüssigkeitsstand unter ein gewisses Maß gesunken ist. Flüssigkeit strömt ein, der Spiegel steigt, das Ventil wird geschlossen. Als Nachteil wird angegeben: Infolge des großen Druckunterschiedes und der dadurch bedingten großen Durchflußgeschwindigkeit muß die Durchflußöffnung sehr klein sein. Der Verfasser sieht den Hauptmangel darin, daß der Druck im Verdampfer sehr stark schwankt, da seiner Meinung nach der Verflüssigungsdruck in den Verdampfer gelangen kann. Bei Versagen des Schwimmers kann die ganze im Flüssigkeitssammler des Verflüssigers enthaltene Flüssigkeit in den Verdampfer überfließen, wobei schließlich Gas durch das Ventil strömen würde. Insbesondere kann es bei zu geringer Füllung (infolge von Ammoniakverlusten) zu solchem Gasdurchtritt kommen und infolge des starken Absinkens des Flüssigkeitsspiegels zu starken mechanischen Beanspruchungen des Schwimmers, der auf den Boden aufschlägt. (Dagegen gibt es doch aber Mittel!)
2. Der Schwimmer liegt im Flüssigkeitssammler des Verflüssigers. Er öffnet das Regelventil, wenn der Spiegel eine gewisse Höhe übersteigt, und schließt, wenn der Spiegel zu stark gesunken ist. Hier kann niemals Gas in den Verdampfer eintreten, da die Oeffnung stets von Flüssigkeit bedeckt ist. Auch hier muß der Querschnitt wegen des großen Druckunterschiedes klein sein. Nach Ansicht des Verfassers wird das Ventil stets mit starkem Stoß schließen, wodurch die Konstruktion mechanisch stark beansprucht wird und schließlich ist zu befürchten, daß der hohe Druck des Ammoniaks den Schwimmer zusammenpreßt und die ganze Einrichtung unwirksam macht.
3. Der Verfasser beschäftigt sich eingehend mit dem Regler von Raoul Bernat, dessen deutsches Patent 448635 in Heft 10, 1927, S. 194 dieser Zeitschrift beschrieben ist. Kennzeichnend ist, daß das Ventil nicht durch einen Schwimmer betätigt wird, sondern durch einen mit Flüssigkeit gefüllten Behälter, der durch Federdruck gehoben wird, wenn der den Behälter umgebende Raum bis zu bestimmter Höhe mit Flüssigkeit gefüllt ist. Ferner ist wesentlich, daß die Drosselung zweistufig durch zwei hintereinander geschaltete Drosselventile erfolgt, von denen das erste gesteuert wird, während das zweite fest eingestellt ist. Dadurch treten am gesteuerten Ventil geringere Druckunterschiede auf, der Querschnitt der Drosselstelle kann größer sein und die Schließbewegung wird sanfter. Um bei Festklemmen des Behälters in seiner untersten Lage, was sich durch Ansteigen des Verflüssigerdruckes bemerkbar macht, den Betrieb weiter führen zu können ist ein von der Hand zu betätigendes, zu dem gesteuerten parallel geschaltetes Hilfsregelventil angeordnet. Klemmt sich der Behälter in der oberen Stellung fest, sodaß bald Gas durch das Regelventil hindurchtritt, so macht sich das durch Sinken des Verflüssigerdruckes bemerkbar und man kann den Betrieb weiterführen, indem man das zweite im allgemeinen feststehende Regelventil so einstellt, daß es allein den Druckunterschied hervorruft.

Kr.

Eiserzeugung.

Die neue Anlage der Inwood Consumers Ice Mfg. Corp. Terry Mitchell. Refrigerating World. Nov. 1927.

Die Anlage erzeugt täglich 180000 kg Eis in Zellen von 28×55×115 cm, von denen in jedem der 3 Eiserzeuger 792 vorhanden sind. Je 22 Zellen werden auf einmal ausgehoben. Die 6 Verdampfer

sind als geschlossene Solekühler ausgebildet und enthalten je 172 zweizöllige Rohre von 4,3 m Länge. Zu jedem Solekühler gehört ein Rührwerk. Die Luft zum Einblasen in die Zellen steht unter einem Ueberdruck, 0,14 at und wird aus dem Raum unter den Zellen angesaugt. Zwei Gebläse, von denen nur immer eins in Betrieb ist, fördern je 22,6 m^3/min. Die Luft wird nicht besonders behandelt (entfeuchtet). Zur Bedienung der 3 Eiserzeuger genügen 2 Mann. Auf die stehenden Röhrenverflüssiger arbeiten im Sommer 2 Pumpen, wodurch wegen der besseren Wärmeübertragung im Verflüssiger weniger Arbeit verbraucht wird, als wenn nur 1 Pumpe fördert. Das Wasser wird auf dem Dach durch Streudüsen rückgekühlt.

Eiskühlung.

Bericht über die Prüfung und Bewertung von Eisschränken. (Report on testing and grading honsehold refrigerators). Dr. Mary E. Pennington Refrigerating World, November 1927.

Die bekannte Physikerin berichtete vor der National Assocation of Ice Industries über Untersuchungen an sieben Eisschränken. Jede der Firmen, die ihre Schränke dieser Prüfung unterwarfen, hatte einen Hundert-Pfund-Schrank liefern sollen. Die Schränke sind in der Abb. dargestellt und zeigen in ihrer äußeren Form große Gleichförmigkeit. Der Eisbehälter befindet sich auf der einen Seite oben, darunter liegt der Milchkühlraum, die andere Seite nimmt die Nahrungsmittel auf. Die nachstehende Aufstellung enthält die Temperaturen in ^{0}F.

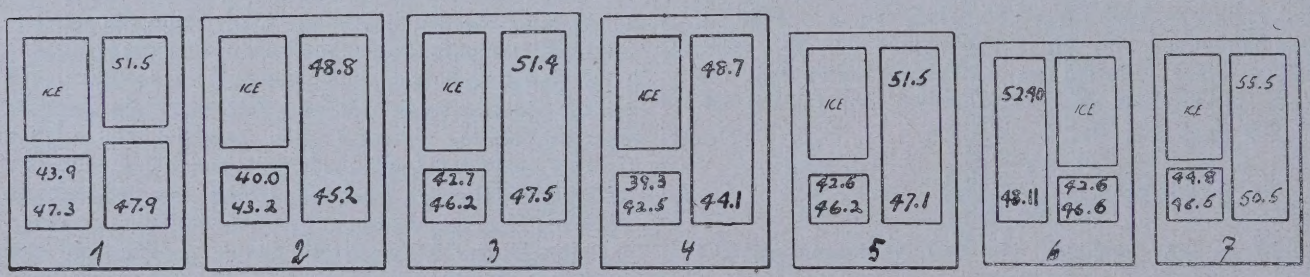
Groß sind die Unterschiede in den Abmessungen. Der gesamte Rauminhalt beträgt bei Schrank 1 13,31 cu ft=0,377 m^3, bei Schrank 6 8,43 cu ft=0,238 m^3. Der eine ist also wesentlich zu groß oder der andere zu klein; oder beide sind unrichtig bemessen. Neben der Größe des Nutzraumes sind die erzielten Temperaturen für die Bewertung des Schrankes von Bedeutung. Auch hier zeigen sich recht erhebliche Unterschiede, die von Einzelheiten in der Ausführung herrühren. Die Schränke wurden klassifiziert, zwei wurden als A-Klasse, drei als B-Klasse, einer als C-Klasse bezeichnet; Schrank 7 wurde als zu schlecht ausgeschieden. Solange der Schrankfabrikant seinen Schrank nach der Klassifikation der Nation Association of Ice Industries bezeichnet, muß er jede konstruktive Aenderung der Association mitteilen. Gegebenenfalls wird der Schrank neu klassifiziert. Es unterliegt keinem Zweifel, daß derartige Prüfungen einen großen Ansporn zur Verbesserung der Konstruktion geben.

Kr.

Verschiedenes

Die deutsche Kältemaschinen-Industrie. M. Hirsch. Maschinenbau 1927, Heft 23 und 24.

Der erste Abschnitt beschäftigt sich mit der Entwicklung der Kälte-Industrie und die Einflüsse, die auf sie gewirkt haben. Einteilung der Maschinen nach Leistung und Zweck. Rationalisierungsbestrebungen und Zusammenschlüsse in der letzten Zeit. Da zu wirtschaftlicher Ausgestaltung von Großmaschinen wissenschaftliche Forschung, Erfahrung und höchste Werkstattstechnik gehören, häufige Modelländerungen



Nummer des Schrankes		1	2	3	4	5	6	7
Gesamter Innenraum	cu ft	13,31	12,66	10,15	9,45	8,90	8,43	8,0
	m^3	0,377	0,358	0,288	0,267	0,252	0,238	0,226
Inhalt des Eisbehälters	cu ft	5,13	4,57	4,69	3,78	3,04	3,07	3,14
	m^3	0,145	0,129	0,132	0,107	0,86	0,87	0,89
Nutzraum	cu ft	8,18	8 09	5,46	5,67	5,86	5,36	4,86
	m^3	0,232	0,228	0,155	0,161	0,166	0,152	0,138
Wärmedurchgangszahl	$\frac{Btu}{sqft \cdot {}^0F \cdot 24h}$	4,07	3,56	3,79	3,98	3,68	4,08	4,14
	$\frac{kcal}{m^2 \cdot {}^0C \cdot h}$	0,825	0,723	0,77	0,81	0,75	0,83	0,84
Innere Oberfläche	sq ft	38,82	34,36	30,3	29,05	28,26	26,26	26,12
	m^2	3,6	3,18	2,81	2,7	3,05	2,44	2,42
Eisverbr. p. Tag bei 75^{0}F=24^{0}C im Raum	lbs	28	24,46	21,7	24,26	19,2	20,8	22,6
	kg	12,7	11,1	9,8	11,0	8,7	9,45	10,2
Eisverbrauch in 24 h	in lbs je cu ft Nutzraum	3,4	3,0	4,0	4,3	3,3	3,9	4,6
	in kg/m^3 Nutzraum	54,5	48	64,1	69	52,9	62,5	73,6
Raumtemperaturen (siehe Abb.)	^{0}F	43,9÷51,5	40÷48,8	42,7÷51,4	42,7÷51,4	42,6÷51,5	42,6÷52,9	44,8÷55,5
	^{0}C	6,5÷11	4,5÷9,4	6÷11	4÷9,4	6÷11	6÷11,5	7÷13

notwendig werden, die nur bei Herstellung größerer Stückzahlen lohnend sind, so führt die Entwicklung zur Verminderung der Zahl der Großmaschinenhersteller. Gewarnt werden Hersteller mittlerer Maschinen davor, sich durch anscheinend gute Preise zur Uebernahme der Lieferung von Großmaschinen verführen zu lassen. Der Schlüssel der Selbstkostenberechnung ist ein anderer als bei mittleren Maschinen und bei Abgabe der Garantien können verhängnisvolle Fehler unterlaufen. Große Verbraucher stellen zuweilen aus Rücksicht auf Geheimhaltung und wohl auch auf Ersparnis Kältemaschinen selbst her. Der Erfolg erscheint zweifelhaft. Vielfach sind Werkstätten, die für Kältemaschinenhersteller Einzelteile lieferten, selbst zur Erzeugung von Käitemaschinen übergegangen, z. T. veranlaßt durch die nach milden Wintern auftretende überaus lebhafte Nachfrage, aber auch aus fabrikatorischen Gründen. In der letzten Zeit sind die maschinengekühlten Schränke besonders in den Vordergrund getreten. Beachtlich ist die amerikanische Verkaufsorganisation dieser Schränke, wenn deren Entwicklung auch erst 2 Jahre alt ist. Sie werden nicht von Fachleuten vertrieben, sondern von Leuten, die vor allem gewandt auftreten können, von Haushaltungsgeschäften und dergl. Bemerkenswert ist die umfangreiche und kostspielige Reklame. Deutsche Firmen können dem amerikanischen Beispiel nicht folgen. Die Amerikaner dürften in Deutschland die schwere Einführungsarbeit leisten, die auch den deutschen Herstellern zu gute kommen wird. Das amerikanische Vertriebssystem setzt ein hohes Maß technischer Vollkommenheit der Maschinen voraus. Die deutschen Maschinen müssen noch vollkommener sein als die fremden, dann wird der Erfolg nicht ausbleiben. Oeffentliche Schaustellungen, Messen usw. müssen beschickt und tüchtige Vorführer gewonnen werden, und zwar erscheinen weibliche besonders geeignet. Bei Reparaturen ist größtes Entgegenkommen gegen die Kunden unbedingtes Erfordernis. Die Unterwerfung der Kältemaschinen unter gewisse Sicherheitsvorschriften braucht keineswegs zu einer Hemmung zu führen. Da mit gelegentlichen Störungen gerechnet werden muß, ist ein gut organisierter Ueberwachungsdienst einzurichten, wenn ein solcher zunächst auch kostspielig ist; er hat eine große Werbekraft.

Im zweiten Abschnitt werden Aussichten und Entwicklung behandelt. In Amerika haben sich die Fernkühlanlagen, bei denen die Kälte den Verbrauchern von einer großen Zentrale aus durch Rohrleitungen zugeführt wird, nicht weiter entwickelt. Man ist vielfach in der Dezentralisation sehr weit gegangen z. B. sind in einem Werk 200 Kleinkühlmaschinen aufgestellt, um die Arbeiter mit kaltem Trinkwasser zu versorgen.

Erzeugung von Haushaltmaschinen in den Vereinigten Staaten:

bis Ende 1925 75000 Anlagen
bis Ende 1926 250000 Anlagen

Für 1927 wird ein Absatz von 500000 Anlagen erwartet. Trotz der erhöhten Produktion arbeiten die Fabriken mit vermindertem Gewinn, vielfach mit sehr erheblichem Verlust. Die Preise in den V. St. liegen zwischen 75 und 500 $, der Frigidaireschrank ist von 195 auf 180 $ herabgesetzt worden.

Die Ausfuhr deutscher Kältemaschinen wird wie folgt angegeben;

Land	1913	1924 (in 1000 RM.)	1925
Vereinigten Staaten	7	293	264
Schweiz	106	158	374
Großbritannien	45	48	113
Italien	194	331	775
Argentinien	35	195	732
Oesterreich	—	624	527
Brasilien	144	124	323
Tschechoslowakei	—	124	305
Uruguay	—	61	261
Niederlande	245	195	239
Spanien	89	117	186
Chile	33	83	173
Ostpolen	—	99	165
Belgien	122	28	150
Rußland	238	94	142
Schweden	—	12	110
Danzig	—	63	106
Südslavien	—	34	101
Aegypten	1	71	100
Japan	—	235	100
Mexiko	—	76	100
Niederländisch-Indien	178	57	82
Rumänien	14	69	80
Griechenland	7	111	69
Finnland	10	79	69
Westpolen	—	16	69
Polnisch-Oberschlesien	—	81	59
Frankreich	37	19	53
Britisch-Indien	21	38	50
Gesamtwerte	2060	4016	6312

Die Ausfuhr nach Südamerika erscheint besonders günstig, wo Preis und Güte ausschlaggebend sind und nicht wirtschaftliche Machtverhältnisse.

Bücherbericht.

WSW-Kalender 1928 der Firma Rheinhold & Co., Berlin; Verlag für den Buchhandel: Berlin, Julius Springer.

Dem Kalendarium ist etwa ein 70 Seiten starker Abschnitt, »Das Wichtigste über Wärme- und Kälteschutz« aus der Feder des Privatdozenten Dr. J. S. Cammerer angefügt. In diesem werden die Gesichtspunkte, Formeln und Zahlentafeln gegeben, die für die Isolierung von Wänden und Rohrleitungen maßgebend sind, wobei bei im übrigen anerkennenswerter Objektivität naturgemäß die Fabrikate der Firma Rheinhold besonders berücksichtigt sind. In einem Anhang von 20 Seiten findet man recht nützliche Zusammenstellungen physikalischer Konstanten. Den Schluß bildet ein Literaturverzeichnis der einschlägigen, laufend erscheinenden Mitteilungen, der in Zeitschriften erschienenen Aufsätze und der in Betracht kommenden Bücher. Krause.

Dr. J. S. Cammerer. Wirtschaftlichste Isolierstärke bei Wärme- und Kälteschutzanlagen und Wärmeabgabe isolierter Rohre bei unterbrochener Betriebsweise. 90 Seiten. 22 Abbildungen. Berlin, Verlag M. Krayn.

Die Frage, wie stark in jedem Falle eine Leitung isoliert werden soll, ist wichtig und es ist zu begrüßen, daß durch die Arbeit des Verfassers dem Verbraucher wie dem Hersteller von Isolierungen einfache und übersichtliche Rechenverfahren an die Hand gegeben werden, nach denen diese Stärke bestimmt werden kann,

Als erster hat wohl Gerbel die Fragen nach der wirtschaftlichsten Isolierstärke zu beantworten gesucht. Sein Verdienst besteht vor allem darin, das Problem überhaupt aufgezeigt zu haben. Sein Lösungsversuch leidet an 2 Mängeln. Er gibt eine Gleichung an, aus der die wirtschaftlichste Isolierstärke durch Probieren ermittelt werden kann. Dies Verfahren ist aber für den wirklichen Gebrauch viel zu umständlich. Ferner rechnet Gerbel mit der Abhängigkeit des Preises der Isolierung von ihrer Stärke bezogen auf 1 m Rohr, während die Praxis die Preise in jedem Falle für 1 m^2 Oberfläche der Isolierung angibt. Infolgedessen gestattet die Arbeit von Gerbel keine unmittelbare Auswertung.

Diese Mängel vermeidet die vorliegende Arbeit. Die eigentümliche Schwierigkeit, die sich aus dem Unterschied in der Art der Preisfestsetzung der Firmen und den Notwendigkeiten der Theorie ergibt, werden dargelegt und in einfacher Weise überwunden. Ferner stellt der Verfasser sehr klare und übersichtliche Zahlentafeln auf, aus denen man für verschiedene Rohrdurchmesser, für Isolierstoffe mit verschiedenen Wärmeleitzahlen, für verschiedene Preisverhältnisse der Isolierung sofort die wirtschaftlichste Isolierung entnehmen kann. Diese Tafel gilt auch dann, wenn nicht mit einem durchlaufenden Betrieb zu rechnen ist, sondern wenn die Anlage während eines Teiles des Jahres stillgelegt ist. Besondere Schwierigkeiten in der Berechnung stellen sich ein, wenn der Betrieb regelmäßig, also etwa täglich auf mehrere Stunden unterbrochen wird, weil dann die Isolierung während des Stillstandes auskühlt und nachher wieder aufgeheizt werden muß. (Bei Kälteleitungen ist der Vorgang natürlich umgekehrt). In Anbetracht der Schwierigkeiten, die die rechnerische Verfolgung des Problems bietet, hat der Verfasser die Verhältnisse versuchsmäßig bestimmt. Es ist ihm geglückt, auch hier eine Formulierung zu finden, welche das Auffinden der wirtschaftlichsten Isolierung sehr leicht macht. Der Verfasser ermittelt ferner die in dem Rohr und der Isolierung aufgespeicherte Wärmemenge und gibt eine Zahlentafel, aus der man für alle Verhältnisse die Wärmemengen entnehmen kann. Im letzten Abschnitt wird der Einfluß der Dampfverwertung auf die wirtschaftlichste Isolierstärke behandelt. Hier wird also der Umstand berücksichtigt, daß oft nicht nur die abgeleitete Wärme verloren ist, sondern daß etwa auch der Wärmeinhalt des Kondenswassers für den Zweck der Anlage verloren ist, oder daß bei überhitztem Dampf die Temperatur des Dampfes sinkt und damit der Wirkungsgrad der Turbine. Auch diese Verhältnisse werden in einfacher Weise durch einen Faktor mit in Ansatz gebracht.

Es ist bewunderungswürdig, wieviel Scharfsinn in der Erfassung des Wesentlichen und wieviel praktischer Geist in der Anordnung des Gefundenen steckt; ganz abgesehen von der Mühe, die das Ausrechnen der Tafeln macht. Das Büchlein ist unentbehrlich für alle, die sich wissenschaftlich oder praktisch als Erzeuger oder Verbraucher mit Isolierfragen zu beschäftigen haben. Krause.

Ing. Wilhelm Pohl, Maschinenzeichnen. Selbstunterrichtswerk aus dem Lehrsystem Karnack-Hachfeld. 8 Briefe à Mk. 0,90. Verlag: Bonneß & Hachfeld, Potsdam, Am Neustädter Tor.

Das von Ingenieur Pohl bearbeitete »Maschinenzeichnen« führt in das technische Skizzieren und Maschinenzeichnen ein, unter Berücksichtigung der vom Normenausschuß der deutschen Industrie aufgestellten Richtlinien. Eine große Anzahl von Beispielen, die der Praxis entnommen sind, zeigen richtige und falsche Darstellungen, richtiges und falsches Maßeintragen, teilweise werden auch Winke für zweckmäßige Konstruktion gegeben. Die bisher erschienenen Briefe behandeln:

1. Einleitung, die Aufnahmeskizze, die Anordnung der Ansichten, die Wahl der Ansichten und Schnitte;
2. Teilschnitte, Bruchlinien, vereinfachte Schnittdarstellungen;
3. Das Eintragen der Maße, die Maße der Grundkörper, Beispiele einfacher Maschinenteile;
4. Abrundungen, das Durchmesserzeichen, Hohlkörper, Lahmittenmaße, Maschinenteile mit Rippen und Armen;
5. Keilnieten, Hebel, Abkürzungen, Kegel-Sondermaße, Sinnbilder für Gewinde, Maße für Gewinde.

In den weiteren Briefen werden behandelt werden: schwierige Maschinenteile, Sinnbilder, Bearbeitungszeichen, das Uebertragen der Skizzen auf den Bogen, die verschiedenen Nummern auf den Zeichnungen, die Blei- und Tuschzeichnung, das Entstehen einer Zeichnung in der Praxis, die Patent- und Musterschutzzeichnungen, das Vervielfältigen und das Aufbewahren von Zeichnungen.

Ice and Cold Storage. Trades' Directory Reference Book for 1928. London, Iliffe Sons Ltd, Dorset house, Tudor street, E. C. 4. Preis geb. 10 s. 6 p.

Das Buch enthält außer einer großen Zahl von Zahlentafeln der für den Kältefachmann wichtigen physikalischen Eigenschaften ein vollständiges Verzeichnis aller an der Kälteindustrie interessierten Firmen in Großbritannien und Irland.

C. Regenhardt's. Geschäftskalender für den Weltverkehr. Zugleich das Handbuch für direkte Auskunft und Inkasso. 53. Jahrgang 1928. Preis 11.— RM. postfrei. Größte und älteste direkte Auskunftsorganisation der Welt.

Die neue Ausgabe dieses bekannten und bewährten Kalenders ist erschienen. Zahlreiche Veränderungen und Neuaufnahmen haben den Adressenteil um 50 Seiten erweitert, ein Zeichen für die gründliche Bearbeitung der Neuausgabe.

Zeitungs-Katalog Rudolf Mosse 1928. Die 54. Ausgabe des Führers auf dem Gebiete der Zeitungs- und Zeitschriftenreklame, der Rudolf Mosse-Katalog für 1928, ist soeben erschienen.

Die Annoncen-Expedition Rudolf Mosse, hat, unterstützt durch ihre zahlreichen Niederlassungen im In- und Auslande, ein fast lückenloses Material für die Durchführung von Werbefeldzügen zusammengetragen, das in dem Zeitungs-Katalog 1928 vereinigt ist. Sein redaktioneller Teil unterrichtet den Inserenten über alle den Anzeigenteil der Zeitungen und Zeitschriften betreffenden Fragen. In dem hieran anschließenden Anzeigenanhang haben wieder die Verleger Gelegenheit genommen, den reklameverbrauchenden Firmen die besondere Eignung ihrer Organe für die jeweiligen Zwecke zu schildern. Einem vielfach geäußerten Wunsch zu genügen, ist diesmal dem Katalog ein von der Druckerei Rudolf Mosse eigens hierfür hergestelltes, 30 Seiten umfassendes Kartenwerk beigegeben, das die Länderkarten des Deutschen Reiches sowie des gesamten übrigen europäischen Kontinents bringt. Seine Aufgabe, den Interessen der Inserenten und Verleger zu dienen, dürfte somit der Rudolf Mosse-Katalog 1928 durchaus erfüllen.

Kleine Mitteilungen.

VDMA-Auskunftsstelle über Maschinen und Apparate auf der nächsten Frühjahrsmesse in Leipzig. Der Verein deutscher Maschinenbauanstalten beabsichtigt, wie in den Vorjahren auf der nächsten Leipziger Frühjahrsmesse eine Auskunftsstelle zu errichten.

Dieser Auskunftsstelle soll zur Einsichtnahme der Interessenten und Unterstützung der auskunfterteilenden Ingenieure und Dolmetscher wiederum eine Katalogsammlung angegliedert werden. Da eine solche Auskunftsstelle mit Katalogsammlung werbend dienen kann, wird gebeten, dem VDMA beschleunigt das Werbematerial einzusenden.

Näheres über die Unkostenbeiträge und Bedingungen erfahren Sie direkt durch den VDMA, Berlin-Charlottenburg, Hardenbergstrasse 3.

Kälteanlagen auf der Leipziger Großen Technischen Frühjahrsmesse 1928 (4.—14. März). Die Frischhaltung der Nahrungs- und Genußmittel ist heute ohne besondere Schwierigkeit ganz unabhängig von der Eisbelieferung durch maschinelle Kühlung möglich. Anlagen für die Erzeugung künstlicher Kälte werden heute in jeder Größe im Inland und Ausland gebaut. Wohl sind Großanlagen schon seit Jahren vor dem Kriege in Deutschland in vorbildlicher Weise gebaut worden. Die Kleinkälteanlage hat ihre Hauptentwicklung erst nach dem Kriege erfahren, und zwar unter scharfem aber sehr förderndem Wettbewerb mit dem Ausland.

Bei der großen Zahl der verschiedenen Fabrikate, die sich auch hinsichtlich des Systems noch unterscheiden, fällt es dem Laien oft schwer, die für seine Zwecke richtige Anlage auszuwählen. Aus dieser Erkenntnis heraus sind zu der kommenden Frühjahrsmesse in Leipzig die Kältemaschinen zu einer kältetechnischen Ausstellung in **Halle 6** des Messegeländes zusammengefaßt. Dort ist die Möglichkeit geboten, die Anlagen miteinander im Betriebe zu vergleichen. Weiterhin finden am Freitag, den 9. März, im Haus der Elektrotechnik vorm. 9^{30} Uhr Vorträge unserer ersten Fachleute über die Erzeugung und Verwendung der Kälte und über die Schädlings- und Fäulnisbekämpfung durch Kälte statt. So ist auf der kommenden Leipziger Technischen Messe die beste Gelegenheit geboten, sich über den neuzeitlichen Stand der Anwendung der Kälte in Haushalten und Nahrungsmittelbetrieben zu unterrichten.

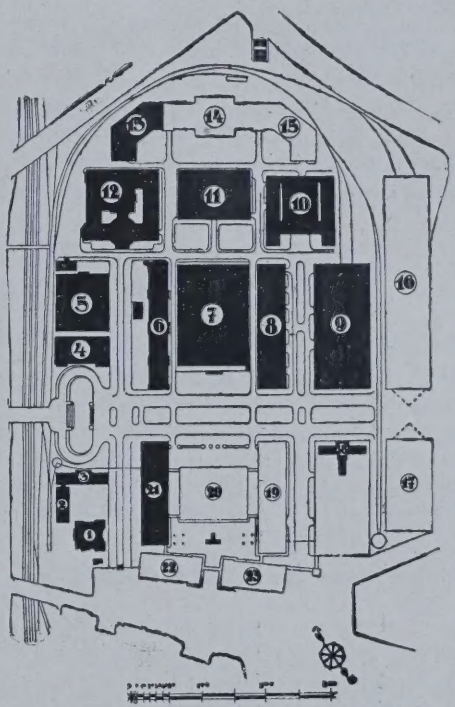
Vorträge über künstliche Kälte in Nahrungsmittelbetrieben während der Leipziger Messe.

Zeit: Freitag, den 9. März, vormittags 9.30 Uhr.

Ort: Vortragssaal des Hauses der Elektrotechnik, Ausstellungsgelände.

9.30 Uhr Professor Dr. Ing. R. Plank, Karlsruhe: »Erzeugung und Verwendung künstlicher Kälte«.

10.30 Uhr Regierungsrat Dr. Friedr. Zacher, Berlin: »Die biologische Wirkung der Kälte und ihre Ausnützung für Schädlingsbekämpfung und Vorratsschutz«.



LEIPZIGER MESSE

Der Preis der Eintrittskarten für diese beiden Vorträge beträgt RM. 2.—. Karten werden gegen Ausfüllung der beiliegenden Anmeldekarte und gleichzeitiger Voreinsendung des Betrages auf Postscheckkonto Leipzig Nr. 52413 zugeschickt, falls die Anmeldung bis zum 28. Februar erfolgt. Gleichzeitig können auch Meßabzeichen, ebenfalls gegen Voreinsendung von RM. 5.— je Stück auf dieses Konto, bestellt werden. Weiterhin sind Karten vor Beginn der Vorträge am Saaleingang erhältlich.

Da Hotelzimmer für die Meßbesucher nicht ausreichen, empfehlen wir Bestellung von meßamtlich besichtigten Privatzimmern bei dem Wohnungsnachweis des Meßamtes auf beiliegender Karte.

Die **Kältemaschinen** sind in Halle 6 ausgestellt (Siehe Lageplan).

Persönliches

Schulrat Prof. Alois Schwarz †

Am 14. Januar 1928 ist der Begründer und Schriftleiter der Zeitschrift des »Oesterreichischen Vereines für Kälte-Industrie«, Schulrat Prof. Alois Schwarz, nach langem schweren Leiden im 74. Lebensjahre gestorben.

Ein unermüdlich tätiger und lebensfroher Mensch ist dahingegangen.

Geboren am 19. Juni 1854 zu Kanitz in Mähren, war er nach Vollendung seiner Studien Lehrer an den Oberrealschulen in Bielitz in Brünn, vom 9. August 1879 bis Ende 1905 Professor an der Landesoberrealschule in Mähr.-Ostrau, woselbst er Chemie und Naturwissenschaften lehrte.

Er hat über hundert wissenschaftliche Publikationen, darunter mehrere größere wissenschaftliche Werke und zahlreiche kleinere technische Abhandlungen in technischen Zeitschriften und Tagesblättern veröffentlicht. Eins der ersten Bücher über Kältetechnik (1888) stammt aus seiner Feder.

Im Februar 1908 wurde er in das vom Ministerium des Innern einberufene österreichische Komitee für den Internationalen Kongreß für Kälte-Industrie in Paris berufen und zum ersten Sekretär dieses Komitees bestellt.

Für den im September 1910 in Wien stattfindenden II. Internationalen Kongreß für Kälte-Industrie wirkte er als Mitglied des Exekutivkomitees und veröffentlichte zahlreiche Berichte und Vorträge über die Arbeiten des Kongresses.

Der Verstorbene hat an den Hauptversammlungen des Deutschen Kältevereins vielfach teilgenommen und stets das lebhafteste Interesse an der Entwicklung der deutschen Kältetechnik genommen. Sein Andenken wird stets in Ehren gehalten werden.

Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender:	Schriftführer:	Schatzmeister: **E. Brandt,** Direktor
Geh.-Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. **H. Lorenz**	**A. Kaufmann,** Oberingenieur	Berlin NW 21, Rathenowerstr. 53
Technische Hochschule Danzig	Berlin W 35, Blumeshof 14/I	Postscheck-Konto Berlin Nr. 148122

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Ober-Reg.-Rat Prof. Dr. **Fr. Henning,** Berlin.
Arbeitsabtlg. II: Für Bau u. Lieferung von Maschinen, Apparaten. Obmann: Dipl.-Ing. **O. Hippenmeyer,** Obering., Wiesbaden
Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis. Obmann: Veterinärrat Direktor **Dr. Bützler**, Köln

Betr. Zahlung der Jahresbeiträge 1928.

Unsere Aufforderung im November-Heft (S. 216) hat bis jetzt leider so wenig Erfolg gehabt, daß wir sie hier wiederholen müssen:

Wir ersuchen unsere verehrten Mitglieder hierdurch um baldgefl. Entrichtung des Jahresbeitrages für 1928, der satzungsgemäß bis 1. Dez. 1927 an den Schatzmeister, Herrn Direktor E. Brandt, Berlin N. W. 21, Rathenowerstr. 53 (Postscheckkonto Berlin 148122) portofrei zu zahlen ist und zwar in Höhe von RM. 10,— für besuchende Mitglieder, RM. 20,— für ordentliche Einzelmitglieder, RM. 60,— für Firmen und Behörden. Halbjahresraten sind zulässig, aber wegen der vermehrten Arbeit möglichst zu vermeiden.

Nach dem 1. März 1928 werden die ausstehenden Beträge durch Postauftrag eingezogen.

Unter Bezugnahme auf unsere Mitteilung im Januar-Heft betr. **Explosionsunglück Berlin,** Landsberger Allee, geben wir unseren Mitgliedern nachstehend Kenntnis von 2 sachdienlichen Aeußerungen.

Herr Dipl. Ing. **O. Hippenmeyer - Wiesbaden,** Obmann unserer Arb. Abt. 2 schreibt:

Die Leuchtgas-Explosionskatastrophe in Berlin in den vergangenen Tagen hat durch abwegige Vermutungen über die Ursachen der Explosion Bedenken und Beunruhigung in den Reihen der Kühlanlagenbesitzer sowie in die breite Oeffentlichkeit getragen.

Die Arbeitsabteilung II des Deutschen Kältevereins, in deren Rahmen die Beschäftigung mit vorliegenden Fragen fällt, sieht sich deshalb veranlaßt, folgende Erklärung abzugeben:

Ammoniakgas ist an und für sich nicht brennbar und kann nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen die bei dem Kühlmaschinenbetrieb im allgemeinen überhaupt nicht in Frage kommen, zur Entzündung und Verbrennung gebracht werden. Die sowohl in der Fachwelt als auch in der Oeffentlichkeit bekannt gewordenen Aeußerungen berufener Stellen bestätigen dies gleichermaßen wie die Erfahrungen der Praxis, nach welchen bei den vielen Zehntausenden von Ammoniak-Kühlanlagen, von der kleinen Haushalt-Kältemaschine bis zu den Mammutbetrieben großer Brauereien, Schlachthöfe und chemischer Fabriken, auch nicht ein Fall bekannt geworden ist, aus dem das Recht hergeleitet werden könnte, Ammoniak für die Katastrophe mit dem Ausmaß wie in Berlin verantwortlich zu machen. Jedenfalls sind Tausende von Ammoniak-Kältemaschinen seit Dezennien, in nicht geringer Zahl sogar bis zu 50 Jahren, in Betrieb, an denen bis heute nicht der geringste Unfall der vorliegenden Art eingetreten ist.

Der Deutsche Kälteverein hat sich als wissenschaftliche Vereinigung mit der Frage der Explosibilität der Kältemedien, nicht nur des Ammoniaks, sowohl auf seinen Tagungen wie auch in seinen Ausschüssen mehrfach befaßt; er hat zufolge seiner

Zusammensetzung aus Kältcanlagenbesitzern und Lieferanten solcher Maschinen, in Verbindung mit seinen Mitgliedern der Natur- und einschlägigen Fachwissenschaften, in erster Linie Interesse daran, daß alle Belange, die mit dem Bau und dem Betrieb von Kälteanlagen zusammenhängen, in der Oeffentlichkeit nicht entstellt werden, wie es im vorliegenden Fall geschehen ist. Er erklärt hiermit, daß zu einer Beunruhigung der Oeffentlichkeit und der unmittelbar an Kälteanlagen beteiligten Kreise gegenüber der Explosionskatastrophe in Berlin keinerlei Grund vorliegt.

Herr Gewerberat a. D., Dipl.-Ing. **E. Zäuner-Berlin,** Geschäftsführer des Verbandes für Kältemaschinen, führt folgendes aus:

Am 5. Januar 1928 ereignete sich nachts kurz vor ½1 Uhr ein schweres Explosions-Unglück in einem Mietshause in der Landsberger Allee in Berlin. Das Gebäude wurde teilweise in Trümmer gelegt und 17 Personen getötet.

Nach der Tagespresse wird als Ursache entweder eine Leuchtgas- oder eine Ammoniak-Explosion angenommen. Aufgrund der behördlichen Untersuchung seitens des zuständigen Gewerbe-Aufsichtsamtes sowie der zuständigen Berufsgenossenschaft ergibt sich folgendes Bild:

Die Kühlanlage besteht aus einer Ammoniak-Kompressions-Maschine von 125 000 kcal/h, die eine Füllung von 300 kg Ammoniak hatte. Zum Nachfüllen befand sich eine unangebrauchte Ammoniakflasche im Maschinenraum. Der Kompressor steht in einem Parterre-Raum des stehengebliebenen Hofflügels, der Verdampfer befindet sich im Keller und der Kondensator war auf einem Hofanbau in freier Luft in Höhe von 6 m angeordnet. Die Ortbesichtigungen haben ergeben, daß der im Erdgeschoß befindliche Kompressor völlig unversehrt und nach Aussage des zuständigen Gewerberates sowie des Maschinisten sofort wieder betriebsfähig ist. Der Teil der Saugleitung, sowie der Druckleitung, der nach dem bisherigen Stand der Aufräumungsarbeiten sichtbar ist, ist unversehrt und zeigen die Leitungen die Isolierungen in der ursprünglichen Form. Der Kondensator ist durch die Gewalt der Explosion seiner Unterstützung beraubt und hängt herunter. Sowohl die Rohre, wie die Verbindungen sind unverletzt. Die Leitungen vom und zum Kondensator zeigen nur im Bereich des Explosionsherdes Knicke und Brücke, die durch herabfallende Trümmer entstanden sind. Der Verdampfer steht unbeschädigt auf seiner alten Stelle im Keller. Nach dem Befunde ist also die Anlage bis auf die geschilderten, durch die Explosion eingetretenen Veränderungen unversehrt. Die Füllung der Anlage, die 300 kg Ammoniak beträgt, wird wohl infolge der Brüche der Leitungen, als Folge der Explosion, völlig ins Freie entwichen sein; wenigstens ist dies anzunehmen, da Feuerwehrleute bei den Rettungsarbeiten Ammoniak gerochen haben.

Besonders zu betonen ist, daß sich die Auswirkung der Explosion, die sich bis zum I. Stock zerstörend fortgepflanzt hat, nur an Stellen zeigt, die weder über noch in der Nähe von Teilen der Kältemaschinenanlage liegen. Ferner ist zu bemerken, daß der Fußboden des Maschinenraumes von unten her durchbrochen ist, also auf eine Druckwirkung der Explosion in den Maschinenraum hinein zweifelsfrei schließen läßt.

Nach den glaubhaften und belegten Angaben des Betriebsleiters und des Maschinisten ist die Kühlanlage seit dem 11. November 1927 außer Betrieb. Durch Oeffnen aller Ventile hatte ein Druckausgleich im gesamten System stattgefunden; die Manometer der Saug- und Druckseiten standen auf 2 at. Der Maschinist hat die Anlage zuletzt am Tage vorher, nachmittags 3½ Uhr, kontrolliert und weder Unregelmäßigkeiten noch Geruch von Ammoniak festgestellt, sodaß als erwiesen gilt, daß die Gesamtlage 9 Stunden vor der Explosion noch völlig dicht gewesen ist. Die Reserve-Ammoniakflasche ist unversehrt im Maschinenraum mit vollem Inhalt vorgefunden worden.

Die vorstehend wiedergegebenen bisherigen Feststellungen haben bei dem Leiter des zuständigen Gewerbe-Aufsichtsamtes und dem Aufsichtsbeamten der zuständigen Berufsgenossenschaft die unumstößliche Ansicht ausgelöst, daß die Kühlanlage, d. h. das für die Kälteanlage verwendete Kältemittel Ammoniak, unter keinen Umständen für die Explosion verantwortlich zu machen ist.

Die Ursache des Unglücks muß allein schon im Hinblick auf den ungeheuren Umfang der Zerstörung, der durch eine Ammoniak-Kältemaschine nie hätte hervorgerufen werden können, in anderer Richtung gesucht werden und die genannten Sachverständigen neigen zu der Ansicht, daß Leuchtgas die Veranlassung zu der Explosion gewesen sein muß.

Gilt es nun auch als erwiesen, daß bei dem vorstehend genannten Unglück Ammoniak unter keinen Umständen als Veranlassung in Frage kommt, so wird aber noch zwecks Beruhigung der vielen Besitzer von Ammoniak-Kältemaschinen die Frage zu beantworten sein, ob Ammoniak überhaupt Explosionen veranlassen kann.

Nach der älteren Literatur wird Ammoniak als unverbrennbar und für Löschzwecke geeignet bezeichnet; nur in Mischung mit reinem Sauerstoff ist Ammoniak explosiv. Diese Ansicht muß nun aufgrund der neueren Forschungsergebnisse der Chemisch-technischen Reichsanstalt, des Instituts für physikalische Chemie der Technischen Hochschule Karlsruhe, sowie des Chemischen Laboratoriums der Technischen Hochschule Danzig eine Erweiterung dahingehend erfahren, daß Ammoniak auch in Verbindung mit Luft in gewissen Grenzen und unter gewissen Umständen explosiv sein kann. Die Veranlassung zu den Untersuchungen war eine Explosion in einer westdeutschen Brauerei im Jahre 1921, die aufgrund der Versuche durch die Reichsanstalt folgende Erklärung findet:

Nach Bruch des Deckels des Ammoniak-Kompressors aus mechanischen Gründen hat sich durch das Ausströmen des Ammoniaks ein Ammoniak-Luft-Gemisch gebildet. Dieses Gemisch ist durch eine durchschlagende Hauptsicherung oder auch durch vorangehende Teilverpuffungen am Kollektor des Umformers zur Entzündung gekommen. Für die Beurteilung der Gefahr durch Ammoniak-Luft-Gemische muß darauf hingewiesen werden, daß der Explosionsbereich lediglich in den engen Grenzen der Konzentration von 16,5—26,8 Vol. % Ammoniak liegt.

Die Entstehung von Ammoniak-Luft-Gemischen vorstehend genannter Konzentrationen wird nun bei Ammoniak-Kühlanlagen überhaupt kaum vorkommen können, denn einmal ist bei den besonders verbreiteten Kleinanlagen die Ammoniakmenge derartig gering, daß explosionsgefährliche Gemische mit Luft nicht entstehen können und zum andern sorgt natürliche und künstliche Lüftung bei den Kühlanlagen stets für eine geeignete Verdünnung. Nach der Untersuchung von Professor Wartenberg kommen für die Explosion nur sehr große Mengen Ammoniak-Luft-Gemische in Betracht, die bei der weitaus größten Anzahl kleinerer und mittlerer Anlagen nicht entstehen können. Im übrigen muß besonders darauf hingewiesen werden, daß die hohen Konzentrationen nicht mehr atembar sind und daß bereits geringe ungefährlich Vol. % Ammoniak in der Luft durch ihren stechenden Geruch auf eine eventuelle Gefahr aufmerksam machen.

Des weiteren muß besonders unterstrichen werden, daß die Explosionen von Ammoniak-Luft-Gemischen nur durch sehr hohe Temperaturen veranlaßt werden kann und daß diese Temperaturen bei der großen Zahl von Kleinanlagen überhaupt nicht möglich sind. Hieraus erklärt sich auch, daß Explosionen von Ammoniak-Luft-Gemischen an Kältemaschinen nur in einem einzigen Fall und zwar bei einer sehr großen Anlage bekannt geworden sind.

Aufgrund der vorstehenden Ausführungen ist zur Genüge dargetan, daß den Ammoniak-Kältemaschinen eine besondere Explosionsgefahr nicht eigentümlich ist und daß demzufolge keine Veranlassung zur Beunruhigung bei Ammoniak-Kältemaschinen-Besitzern gegeben ist.

Berlin, Anfang Februar 1928.

Der Vorstand
I. A.: Kaufmann, Schriftführer.

Berliner Kälte-Verein.

Bezirksverein des Deutschen Kälte-Vereins

Bericht
über die Monatsversammlung am 13. Dezbr. 1927 in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Charlottenburg

Vorsitzender: Prof. Henning.

Unser Verein besichtigte das neu errichtete Kälte-Institut der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, das nach den Plänen seines Leiters, des Herrn Ober-Regierungsrat Dr. W. Meißner, mit den Mitteln des Reiches und der Notgemeinschaft erbaut und eingerichtet wurde. Herr Dr. Meißner führte nach der Begrüßung durch den Vorsitzenden zunächst einige Versuche vor. Er zeigte, wie einfach mit flüssigem Wasserstoff experimentiert werden kann, und wie leicht er sich von einem Gefäß in ein anderes durch einen doppelwandigen Heber mit evakuiertem Zwischenraum hinüberdrücken läßt. Sodann kühlte der Vortragende eine Kupferdrahtspule, die sich mit einer schwach leuchtenden Lampe in einem Stromkreis befand, durch flüssigen Wasserstoff ab. Hierbei erniedrigte sich der elektr. Widerstand der Spule so stark, daß die Lampe hell aufleuchtete. Am eindrucksvollsten war indessen die Verflüssigung der Zimmerluft dadurch, daß diese sich an einem zuvor in flüssigen Wasserstoff getauchten Metallklotz soweit abkühlte, daß sie an diesem Klotz kondensierte und als Flüssigkeitsstrahl herunterlief.

Im Anschluß hieran wies Herr Dr. Meißner auf die Sicherheitsvorkehrungen hin, die man bei Errichtung des Baues peinlichst berücksichtigt hat, erklärte sodann die maschinellen Einrichtungen des Laboratoriums zur Verflüssigung von Luft, Wasserstoff und Helium und führte die Besucher durch die schönen Arbeitsräume des Institutes, von denen einige auch Gästen zur Verfügung stehen, die dort experimentieren wollen.

Der Vorsitzende dankte Herrn Dr. Meißner mit herzlichen Worten.

Hierauf versammelten sich die Mitglieder im Sitzungssaal der Reichsanstalt, wo der Vorsitzende mit einigen Worten die Wahl des neuen Vorstandes einleitete.

Die Wahl des ersten Vorsitzenden erfolgte durch Stimmzettel. Mit sämtlichen abgegebenen Stimmen, bis auf eine, wurde Herr Direktor Prof. Dr. F. Henning wiedergewählt.

Auf Vorschlag aus der Versammlung wurden auch die übrigen Vorstandsmitglieder wiedergewählt, und zwar: Zum stellvertretenden Vorsitzenden Herr Ober-Ingenieur Kaufmann, zum Schatzmeister Herr Dir. Brandt, zum ersten Schriftführer Herr Dipl.-Ing. Schindler, zum zweiten Schriftführer Herr Dr.-Ing. Cammerer.

Als Rechnungsprüfer wurden einstimmig Herr Direktor Hennig und Herr Oberingenieur Hoffmann wiedergewählt.

Hierauf sprach Herr Dr.-Ing. Krause: »Zur Frage der Automatik von Kältemaschinen«.

»Das Aus- bezw. Einschalten der Kältemaschinen erfolgt bei automatisch geregelten Kühlschränken durch eine Vorrichtung, die beeinflußt wird:

1. durch die Temperatur oder den Druck des Kältemittels,
2. durch die Temperatur der Sole des Verdampfers,
3. durch die Temperatur der Luft.

Durch die Verfahren 1 und 2 wird verhindert, daß die Maschine bei unwirtschaftlich tiefen Temperaturen arbeitet, dagegen wird nicht verhütet, daß die Temperatur im Schrank bei geringer Belastung des Schrankes unerwünscht tief, also unter 0° C sinkt.

Bei der Regelung nach 3 kann es vorkommen, daß bei starker Belastung die Maschine bei sehr tiefer Verdampfungstemperatur, also mit geringer Leistung und unwirtschaftlich arbeitet.

Es wird vorgeschlagen, sowohl nach 1 bezw. 2 als auch nach 3 zu regeln, so daß also die Maschine bei Unterschreiten einer Verdampfungstemperatur, aber auch einer bestimmten Lufttemperatur ausgeschaltet wird. Dabei werden die Mängel beider Verfahren vermieden.«

Da sich leider zur Diskussion niemand meldete, schloß der Vorsitzende die Sitzung.

Der Schriftführer:
gez. J. Schindler.

Dem vorliegenden Heft liegen Prospekte der Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W 9, und der Firma Dr.-Ing. Siller & Rodenkirchen G. m. b. H., Rodenkirchen b. Köln, bei

Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1893 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

Schriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W.
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

3. Heft **Berlin W. 9, im März 1928** **35. Jahrgang**

Inhalt:

Abhandlungen, Vorträge, Berichte. Die Aufgaben der Kühlmaschine in der Milchwirtschaft. Von Dipl.-Ing. Kuhlig, Kiel.. S. 37. — Die Bedeutung niederer Temperaturen in der Biologie. Von Prof. Dr. Albrecht Hase. Berlin-Dahlem. S. 40. — Neuzeitlicher Wärme- und Kälteschutz. Von Privatdozent Dr.-Ing. I. S. Cammerer, Berlin. S. 45. — Mittel zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit von Kältemaschinen kleinerer und mittlerer Leistung' Von C. Dick, Stuttgart. S. 47. — Ueber die Verwendung des Rotsilber-Kühlautomaten „A-S" im chemischen Laboratorium. Von Prof. Dr. P. Askenasy, Karlsruhe. S. 49, — Künstliche Kühlung im Lichtspielhaus „Capitol" in Berlin. Von Dipl.-Ing. Soltner. S. 50. Leistungsversuche an einer Kleinkältemaschine der Maschinenfabrik Esslingen. S. 51. — Energiemessung von Kolbenmaschinen. Von Dipl.-Ing. Jul. Oelschläger, Wismar a. O. S. 52. — Kältemaschinen auf der Technischen Frühjahrsmesse in Leipzig 1928. Von Dr. Bleick. S. 54. — Die Kältemaschine der „Grünen Woche". S. 54. **Zeitschriftenbericht.** S. 55. — **Berichtigung.** S. 56. — **Patentberichte.** S. 56. — **Deutscher Kälte-Verein.** Berliner Kälteverein. S. 59.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte

Die Aufgaben der Kühlmaschine in der Milchwirtschaft.

von Dipl.-Ing. Kuhlig,

Assistent am Institut für Maschinenwesen der Preuß. Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, Kiel.
(Direktor: Prof. Dr. B. Lichtenberger)

Seit Inflationsende hat unsere Milchwirtschaft, die dem Erliegen nahe war, einen ungeahnten Aufschwung genommen. Die Bestrebungen zur Hebung der Milchwirtschaft gehen zielbewußt darauf aus, die Menge der in Deutschland erzeugten Milch zu vergrößern, ihre Qualität zu verbessern und die Molkereierzeugnisse gleichmäßiger, besser und damit marktfähiger zu machen. Einerseits ist heute die Milch dasjenige Produkt des Landwirtes, welches allein noch Nutzen verspricht, andererseits hat die Einfuhr an Milchprodukten sehr erheblich zugenommen, sodaß die Erreichung der vorgenannten Ziele wesentliche privat- und volkswirtschaftliche Vorteile mit sich bringen würde. Aus diesen Gründen hat der Preußische Landwirtschaftsminister, Dr. Steiger, kürzlich eine Denkschrift verfaßt, welche sich eingehend mit den für die Hebung der Milchwirtschaft erforderlichen Maßnahmen beschäftigt.

Es dürfte an dieser Stelle von Interesse sein, zu untersuchen, welcher Wirkungskreis der Kühlmaschine im Rahmen der vorgenannten Bestrebungen zugewiesen ist. Vorweg sei bemerkt, daß Verfasser vom Standpunkt der Landwirtschaft aus sprechen wird und erhofft, daß erfahrene Kälte- und Fabrikationsingenieure gegebenenfalls im Interesse der Sache zu den Ausführungen Stellung nehmen werden.

Beim Landwirt, dem Ausgangspunkt der Milchverarbeitung, soll begonnen werden. Zuerst sei hier der Fall betrachtet, daß die Milch an die nahegelegene Molkerei zwecks Verarbeitung zu Butter, Käse, auch Kondensmilch (selten) oder zur Pasteurisierung und nachfolgenden Versand oder Ortsverkauf geliefert wird. Es ist eine Binsenwahrheit, daß sich aus einem schlechten Material keine gute Ware herstellen läßt. Daher sind die Molkereien bestrebt, auf die schmutzfreie Gewinnung und guten Fettgehalt einzuwirken, indem sie die Milch nach letzterem bezahlen und Prämien für saubere Milch gewähren. Nur ein einziger Fall ist Verf. bekannt, wo auch Prämien für tiefe Temperaturen bezahlt wurden. Und doch ist dies sehr wichtig. Vermehren sich doch die Bakterien in warmer Milch außerordentlich rasch. Bei Ueberschreitung eines gewissen Säuregrades ist aber die einwandfreie Herstellung von Butter schon schwierig, die von Käse ganz unmöglich. Dicksaure Milch verstopft sogar die Zentrifugen und führt Betriebsstörungen und Fettverluste herbei. Dabei ist die teilweise vernichtende Einwirkung technisch schädlicher Bakterien noch garnicht berücksichtigt.

Hier wäre die Kühlmaschine berufen, den Kampf der Molkereien gegen die Auslandsware zu unterstützen. Freilich wird gerade auf diesem Gebiet die künstliche Kühlung sich am langsamsten Eingang verschaffen, denn wichtig ist nur die Kühlung der Abendmilch, da die Morgenmilch meistens so kurze Zeit nach dem Melken abgeliefert wird, daß eine nennenswerte Bakterienvermehrung noch nicht eingetreten ist. Vor allen Dingen aber fehlt der finanzielle Anreiz für den Landwirt. Hier ist auch schon viel erreicht, wenn wenigstens ein Wasserkühler benutzt wird.

Der zweite Fall betrifft die Ablieferung der Milch an eine entfernte Stadtmolkerei, wo die Milch pasteurisiert und offen oder in Flaschen verkauft wird. Die meist recht lange Zeit, welche zwischen dem Melken und der Behandlung in der Molkerei vergeht und der oft weite Transport unter manchmal recht ungünstigen Verhältnissen würde ohne vorhergehende Tiefkühlung ein Verderben der Milch mit sich bringen. So ist der Landwirt gezwungen, entweder selbst eine Kühlmaschine aufzustellen oder an eine Tiefkühlstation zu liefern. Diese ist entweder genossenschaftliches Eigentum der angeschlossenen Landwirte oder gehört der Stadtmolkerei. Die meist bessere Bezahlung rechtfertigt die höheren Unkosten. Auf diesem Gebiete ist daher in Zukunft eine weitgehende Verwendung von Kühlmaschinen zu erwarten, da die Notwendigkeit erkannt wird und die augenblicklichen Zustände noch nicht vorbildlich sind.[1])

Ganz unerläßlich und daher auch allgemein angewendet ist die Tiefkühlung im Vorzugsmilchbetrieb.

[1]) Ueber die Einrichtung von Milchkammern ist kürzlich durch unser Institut eine Arbeit herausgegeben worden.

Hier bestehen bestimmte Vorschriften über die Fütterung der Kühe, deren Ueberwachung durch Amtstierärzte, Untersuchung des Personals durch Aerzte, Einrichtung des Kuhstalles, Sauberkeit beim Melken usw., sodaß die gewonnene Milch schon dadurch hochwertig ist. Diese Eigenschaft muß ihr unbedingt erhalten bleiben, soll der große Aufwand nicht nutzlos vertan sein. Dies ist um so schwieriger, als keinerlei Pasteurisierung erfolgt, also auch keine Bakterien abgetötet werden, und die gesamte Milch auf dem Gut selbst auf Flaschen gefüllt wird. Die Erwärmung während des Transportes ist also leichter möglich, als bei Kannen von 20 oder gar 40 l Inhalt. Natürlich muß für diese Milch auch ein höherer Preis gezahlt werden, als für gewöhnliche Konsummilch.

Wenn dazu übergegangen wird, Forderungen für Kühlmaschinen aufzustellen, die auf dem Bauern- oder Gutshof verwendet werden sollen, so ist nicht beabsichtigt, dem Ergebnis der im Auftrage des Reichskuratoriums für Technik in der Landwirtschaft vorzunehmenden Kühlmaschinenprüfung vorzugreifen. Fest steht aber, daß eine für den Landwirt bestimmte Kühlmaschine nicht einfach und billig genug sein kann. Nicht immer hat die Industrie das nötige Verständnis hierfür. Aus der Erwägung heraus, daß Heizen und Wasseran- und abstellen Handgriffe sind, die jeder Knecht erledigen kann, schrieb Verf. vor 2½ Jahren an eine große Absorptionsmaschinenfirma, ob es nicht möglich sei, eine Absorptionsmaschine besonders für Milchkühlung herauszubringen. Die Antwort lautete verneinend, besonders wurde auf die Schwierigkeit der Vergrößerung der Absorptionsgeschwindigkeit hingewiesen. Etwa ¾ Jahre später wurde von anderer Seite eine brauchbare Absorptionsmaschine für Milchkühlung auf den Markt gebracht.

Für kleinere Viehbestände erscheint die Absorptionsmaschine oder der Kühlautomat am geeignetsten, letzterer ist nur noch zu teuer. Für erstere wird nur direkte Verdampfung in Frage kommen, teilweise nur mit einem Tiefkühler, über dem ein Vorkühler angebracht ist, teilweise aber auch mit Raumkühlung außerdem. Soll die Morgenmilch auch tiefgekühlt werden, so ist es mit Rücksicht auf die frühe Melkzeit (etwa 5 Uhr) wünschenswert, daß das Heizen anschließend an die Abendkühlung erfolgen kann.

Von den Kühlautomaten ist, wenn lediglich Milch gekühlt werden soll, ein mit direkter Verdampfung arbeitender Automat dem mit Sole arbeitenden vorzuziehen. Dafür muß dieser verwendet werden, wenn Raumkühlung, Schrankkühlung oder Eisbereitung außerdem erwünscht ist.

Bei größeren Viehbeständen kommen größere Verdichtungsmaschinen mit in Frage. Ob unmittelbare Verdampfung oder Solekühlung zu wählen ist, hängt ganz von den Umständen ab. Solekühlung hat m. E. mehr Aussicht auf Absatz, denn möglichst sollte ja die Kühlmaschine auch dem Haushalt nutzbar gemacht werden. Auch läßt sich hierbei die ganze Ammoniakanlage räumlich von der Milch trennen. Die dadurch bedingte Verminderung der Leistung spricht nicht so stark mit.

Die Größenbemessung wird sich nach der Melkzeit richten. Die Maschine muß so groß sein, daß sie die größte Milchmenge eines Gemelkes in etwa ⅝ Stunden bewältigen kann. Unbedingt zu fordern ist der Aufbau eines Vorkühlers über dem Tiefkühler, damit umständliches Umschütten der Milch vermieden wird. Oft genug wird sich das Vorkühlerwasser für die Verflüssigerkühlung mit verwenden lassen. Der Vorkühler hat die Milch von 35° C auf etwa 2° C über Kühlwassertemperatur, der Tiefkühler auf 1 bis 3° C zu kühlen.

Bei Vorzugsmilchbetrieben wird häufig ein Flaschenkühlraum vorzusehen sein, der auch auf etwa 2° C gehalten werden muß.

Tiefkühlstationen haben unter Umständen der Versandmilch Eis mitzugeben. Bei Nachttransport wird dies allerdings selten nötig sein und ein solcher ist ja nicht nur das Richtigste, sondern auch das Nächstliegende. Die Versandmilch wird meist den Tag über in isolierten Behältern oder in einem Milchkühlraum, der aber nicht gekühlt zu werden braucht, aufbewahrt. Abends geht sie dann fort und trifft nachts oder am frühen Morgen zeitig in der Stadtmolkerei ein. In Amerika packt man vielfach auf die mit großem, übergreifenden Deckel versehenen Kannen Eis. Einfacher, aber nur anwendbar, wo große Milchmengen zusammenkommen und die nötigen Verladeeinrichtungen vorhanden sind, ist der Transport der Milch in glasemaillierten Tanks (s. a. Prof. Lichtenberger, Die Milchindustrie der V. St von N.-A., Molkereizeitungsverlag, Hildesheim). In Deutschland dürften auch die billigeren, isolierten Alutanks Aussicht auf erfolgreiche Verwendung haben. Bei dem Erdbeben in Florida wurde von weither in Tankwagen herangeschaffte Milch zum Teil gefroren und soll so einen tagelangen Transport gut überstanden haben. Diese Transportart kommt natürlich für Deutschland nicht in Frage.

Das Eisenbahn-Zentralamt in Berlin hat für Kühlwagen großes Interesse. Da zu wenig Erfahrungen vorliegen,[1]) soll hier auf diese nicht näher eingegangen werden, sondern es sei nur erwähnt, daß für Milchtransport der eisgekühlte Wagen, wenn auf der Strecke nicht beigeladen wird, anscheinend die meiste Aussicht auf Verwendung hat.

Während in dem bisher betrachteten Teil des Verarbeitungsganges die Kühlmaschine nur als Hilfsmittel zur Konservierung dient — nur Hitze und Kälte sind ja hierfür zulässig, keine chemischen Zusätze — kommt sie in der Molkerei in hohem Maße zur Unterstützung des Verarbeitungsverfahrens in Frage. Vor allen Dingen ist es hier die Buttermolkerei, die ihrer dringend bedarf. Der Wettbewerb des in der Kriegszeit stark fortgeschrittenen Auslandes zwingt dazu, Butter von vorzüglicher Qualität und Haltbarkeit zu erzeugen und die Ausbeute so hoch wie möglich zu gestalten. Nach der Entrahmung wird hierfür der Rahm auf 6 bis 7° C gekühlt, nachdem er auf 85 bis 93° C erhitzt worden ist. Diese Maßnahmen bestimmen z. T. die Konsistenz der Butter, ihre Streichfähigkeit usw. — auf die natürlich noch andere Einflüsse (z. B. Art des Futters, Temperatur des Waschwassers usw.) einwirken. Ist die Rahmwanne gefüllt, so wird der Rahm angesäuert und erwärmt und muß bei Beendigung der Säuerung wieder heruntergekühlt werden, damit ein Nachsäuern vermieden wird. Auch der zum Buttern in den Butter-

[1]) Nach persönlichen Mitteilungen des verstorbenen Reichsbahnoberrates Laubenheimer haben sich die eisgekühlten Milchwagen der Reichsbahn ausgezeichnet bewährt. Die Schriftleitung.

fertiger gelassene Rahm muß eine bestimmte — mit Jahreszeit und Fütterungsart wechselnde Temperatur haben, die am besten mit Hilfe der Kühlmaschine erreicht wird. Zu diesem gewünschten Ziele führen zwei Wege: entweder besitzt die Rahmwanne, eine verzinnte Kupferwanne (oder eine Aluminiumwanne), die, um ein Nachwärmen des Rahmes möglich zu machen in einem Wasserbad liegt, ein soledurchflossenes Rührwerk, oder es wird dem Rahm unmittelbar Eis zugesetzt, das natürlich aus abgekochtem Wasser hergestellt werden muß, da sonst durch technisch schädliche Bakterien Butterfehler entstehen können. Das Rührwerk besteht entweder aus parallel zueinander liegenden, soledurchflossenen, verzinnten Kupferrohren und wird im Rahm hin- und herbewegt, oder es wird ein schraubenförmig gewundenes soledurchflossenes Rohr (Rohrschlange) um seine Mittelachse gedreht. In beiden Fällen liegt das Rührwerk in der Längsrichtung der Wanne. Die Wirkung der Rohrschlange ist sicher nicht so gut, da die Bewegung nicht sehr lebhaft ist und die Schlange, je nach der Rahmfüllung zur Hälfte oder mehr aus dem Rahm taucht.

Fehlt der Buttermolkerei eine Kühlmaschine, so treten, besonders im Sommer, leicht folgende Nachteile auf: Die Butter wird zu weich, sie enthält viel weniger Wasser, als gesetzlich zugelassen ist — was meist zu sehr erheblichen Geldverlusten infolge zu geringer Ausbeute führt — und wirkt trotzdem naß, da sich nur bei aus kaltem Rahm hergestellter Butter das Wasser beim Kneten fein verteilen läßt. Ferner ist die Buttermilch zu fettreich, also auch hier wieder ein Verlust an Ausbeute. Schließlich ist auch die Aufbewahrung im Kühlraum nicht möglich. Letzterer soll niemals auf 0° C kommen, da gefrorene Butter eine dauernde Geschmacksschädigung erleidet; das enthaltene Wasser wird nämlich nach dem Auftauen nie mehr so von dem Buttergefüge aufgenommen, wie vorher.

Trotz aller Vorteile der Kühlmaschine ist diese doch in der Mehrzahl der Molkereien — namentlich in mittleren und kleineren Betrieben — nicht so häufig vertreten, wie man annehmen könnte. Hier ist auf Jahre hinaus für die Kühlmaschinenindustrie Arbeit zu leisten.

In Käsereien bedarf die Milch keiner künstlichen Kühlung. Wohl aber ist es im Interesse der Güte und der Verhütung von Verlusten sehr wertvoll, eine Kühlmaschine zu besitzen, welche die richtige Behandlung der Käse wesentlich erleichtert. Abgesehen von dem Käsekühlraum, der zur Erhaltung der Käse bei Absatzstockungen unerläßlich ist und sich nicht von den sonst bekannten Kühlräumen unterscheidet, wird an 2 Stellen Kälte benötigt: in den Fabrikationsräumen und zur Salzbadkühlung. In ersteren wird zweckmäßig die Lüftungsanlage mit Heiz- und Kühlvorrichtung, sowie mit Einrichtung zur Luftbefeuchtung versehen, damit der Reifungsvorgang genau in dem gewünschten Sinne beeinflußt werden kann. Die Salzbadkühlung, in Deutschland fast unbekannt, wird in Holland folgendermaßen ausgeführt: Die Salzbäder sind miteinander verbunden. Eine Umwälzpumpe saugt das Salzwasser aus dem letzten Bad ab und fördert es auf den Berieselungskühler. Von dort fließt es dem ersten Salzbad zu, durchläuft der Reihe nach sämtliche Salzbäder, bis es aus dem letzten wieder abgesaugt wird. Diese Kühlung ist immer dann notwendig, wenn die Salzbäder zu warm werden, also im Sommer fast dauernd. Da die Salzbäder von Zeit zu Zeit (wenn keine Käse darin liegen) zur Abtötung schädlicher Bakterien aufgekocht werden sollen, ist anschließend auch wieder eine Kühlung notwendig.

Da die Käsereien bisher durchaus nicht musterhaft eingerichtet sind und die Käseproduktion sich voraussichtlich vergrößern wird, bleibt auch hier für die Kühlmaschinenindustrie viel zu tun.

Die Stadtmolkereien sind schon in der Vorkriegszeit fast durchweg mit Kühlmaschinen versehen gewesen. Diese haben hier die Aufgabe, die pasteurisierte Milch nach der Vorkühlung auf 1 bis 3° C herunterzukühlen und die Warenkühlräume auf tiefer Temperatur zu halten. In den letzten Jahren wird immer mehr Wert auf den Verkauf von Flaschenmilch gelegt, ist doch überhaupt die Versorgung der Bevölkerung nur mit Flaschenmilch das Ideal in hygienischer Beziehung. Da die Flaschenmilch aus betrieblichen und geschäftlichen Gründen am besten spätestens nachmittags abgefüllt wird, wenn sie am nächsten Morgen verkauft werden soll, werden Flaschenkühlräume notwendig. Diese haben einen erheblichen Kältebedarf, da sie sehr groß ausfallen und da längere Zeit darin gearbeitet wird. Die Beschickung und Entleerung dieser Kühlräume erfolgt entweder mit Hubwagen oder mit Rollenbahnen. Bei letzteren stößt der in den Raum rollende Kasten eine Pendelklappe auf, die sich sofort wieder schließt. Auch Transportbänder werden angewendet.

Hier sei eine kurze energiewirtschaftliche Betrachtung eingeschaltet. Die Stadtmolkereien haben einen großen Arbeitsbedarf und meist lange Betriebszeit. Wenn auch die Milch und die bedeutenden Mengen heißen Wassers mit Abdampf erhitzt werden und meist Ueberhitzer vorhanden sind, bleibt im Sommer doch eine erhebliche Menge Abdampf unausgenutzt. Bei Steigerung des Kältebedarfs wird dann eine weitere Verdichtungskühlmaschine aufgestellt, wodurch die Auspuffmenge vergrößert wird. Es ist naheliegend, eine mit Abdampf beheizte Absorptionsmaschine aufzustellen[1]). Diese kann im Winter stillgelegt werden, sobald der Abdampfrest sich in der Heizung verwenden läßt und der Kältebedarf abnimmt.

Da die Gründung weiterer Stadtmolkereien zu erwarten ist, die vorhandenen auch meist gezwungen sind, ihre Kühlanlagen zu vergrößern, können auch auf diesem Gebiete der Milchwirtschaft die Aussichten der Kühlmaschinenindustrie als nicht ungünstig bezeichnet werden.

Schließlich wird auch die Milchverteilung sich der künstlichen Kälte mehr als bisher bedienen. Der Milchhändler, welcher von der Stadtmolkerei beliefert wird, kann allerdings meist mit einem einfachen oder isolierten Milchbehälter auskommen. Für Butter, Käse, Kaffee- und Schlagrahm wird er jedoch gern einen Kühlschrank nehmen, sofern dieser im Betrieb nicht teurer kommt, als ein Eisschrank; auch zur Aufbewahrung der nicht verkauften Milch wird er ihn gebrauchen. Ist eine Stadtmolkerei nicht

[1]) Vergl. »Ueber die Hintereinanderschaltung von Verdichtungs- und Absorptionskältemaschinen bei Dampfbetrieb« von Walter Tamm. Diese Zeitschrift 1927, S. 41.

vorhanden, erfolgt also die Lieferung vom Landwirt, so ist die Anbringung eines Berieselungskühlers an den Kühlschrank oder bei größerem Umsatz die Aufstellung einer kleinen Kühlanlage mit Schrank und Berieselungskühler zweckmäßig.

Zum Schluß ein Wort über die Wirtschaftlichkeit der künstlichen Kälte. In der Buttermolkerei ist einerseits Qualitätsverbesserung, andererseits Mehrausbeute zu erwarten, also ein unmittelbar fühlbarer, wirtschaftlicher Erfolg. In der Käserei wird die Menge des Ausschußkäses stark zurückgehen, auch ist über Absatzschwierigkeiten leichter hinwegzukommen. Der Stadtbetrieb ist ohne künstliche Kälte nicht lebensfähig, einige warme Sommertage oder Tage mit Gewitterluft bringen mehr Verluste, als die Kühlanlage kostet.

Diese Betriebe können also die Kosten einer Kühlanlage leicht tragen.

Anders beim Landwirt. Die Kleinkühlanlagen sind heute noch so teuer, daß der Liter Milch durch sie fast so hoch belastet wird, wie die Verarbeitungskosten mit Gehältern, Amortisation, Verzinsung, Reinigungsmaterial und Kohlenkosten in einem ländlichen Buttereibetrieb mit Magermilchrückgabe betragen. Es drängt sich unwillkürlich die Frage auf, ob nicht dieselben Fabrikationsverfahren, die beim Automobilbau zu einer weitgehenden Verbilligung geführt haben, auch hier anwendbar wären. Auch müßten jegliche Montagekosten bei Anlagen mit direkter Verdampfung fortfallen. Allerdings dürfte eine Entwicklung in dieser Hinsicht auf erhebliche Schwierigkeiten stoßen, da die Zahl der Firmen, welche Kleinkühlmaschinen bauen, so überaus groß ist. Ehe nicht eine erhebliche Preissenkung eintritt, kann mit nennenswerten Bestellungen aus der Landwirtschaft — besonders in der heutigen Notzeit — nicht gerechnet werden. Dies ist natürlich im Interesse der Abwehr der Auslandskonkurrenz und der Ernährung der deutschen Bevölkerung aus dem eigenen Lande heraus zu bedauern.

Die Bedeutung niederer Temperaturen in der Biologie.

Von Prof. Dr. Albrecht Hase, Berlin-Dahlem.

Inhalt:

1. Einleitung und Allgemeines.
2. Ueber stenotherme und eurytherme Tiere.
3. Ueber Kältereize und Kälteempfindungen im allgemeinen.
4. Kälte und Wärme als äußere Lebensbedingungen.
5. Ueber die polare und Hochgebirgs-Tierwelt.
6. Ueber die Winterruhe der Tierwelt gemäßigter Zonen.
7. Ueber Kältewirkung auf den Menschen.
8. Schriftenverzeichnis.

1. Einleitung und Allgemeines.

Zu dem Thema liegt eine Fülle von Stoff vor. Jedes Lehrbuch der Biologie und Physiologie enthält in irgend einem Kapitel, oder meist sogar in besonderen Kapiteln, Beiträge zu diesem Thema. Es kommt hier zunächst nicht darauf an, durchaus neues und bisher unveröffentlichtes Material vorzubringen; sondern es sollen für die Leser dieser Zeitschrift, die den rein biologischen Dingen naturgemäß ferner stehen, aus dem vorhandenen Stoff wichtige Tatsachen, nach bestimmten Richtlinien geordnet, vorgetragen werden. Gesichtspunkte sollen eingeflochten werden, die mir geeignet erscheinen, den Weg zu den Grenzgebieten — zwischen Technik einerseits — Biologie andererseits — zu erschließen.[1])

Jedes der genannten Gebiete ist mit einem bestimmten Ideengehalt erfüllt, und die Arbeitsmethoden sind auf jedem Gebiet eigentümliche. Ein wechselseitiges Verstehen der Arbeitsweise, der Methoden und der Ideen kann m. E. nur befruchtend nach beiden Richtungen hin wirken. Für die Biologie ergibt sich die Frage: »Was ist aus den Denkweisen und den technischen Verfahren, besonders der Kältetechniker, wichtig zu wissen?« Für die Technik ergibt sich die Frage: »Was ist aus den Ergebnissen der Biologie in irgendwelcher Weise für technische Zwecke verwertbar?«

Physik und Chemie sind heute mit technischem Denken so stark durchsetzt, daß die Technik aus Physik und Chemie nicht mehr fortzudenken ist. In der Biologie nimmt »technisches Denken« noch längst nicht den ihm gebührenden Raum ein. Namentlich das große Arbeitsgebiet der angewandten und praktischen Biologie ist vielfach noch mit Verfahren behaftet, die den Grundbegriffen der Technik widersprechen. Das ist merkwürdig, wenn man bedenkt, daß gerade uralte Gewerbe wie Brotbäckerei, Wein- und Bierbereitung, Käserei letzten Endes in biologischen Tatsachen (den Erscheinungen der Gärung) verankert sind. Ein weiteres Beispiel sei noch erwähnt, um den engen Zusammenhang zwischen Biologie und Technik zu erweisen. Daß ein Serumwerk überhaupt entstehen konnte, liegt in den Forschungen und Erfolgen der Bakteriologen begründet; die Herstellung der Sera im großen ist bereits zu einem bestimmten Verfahren geworden, bei dem die Kältetechnik eine nicht unwichtige Rolle spielt.

Bereits früher trug ich in einer gesonderten Arbeit über technische Biologie (vergl. Lit.) einige Gedankengänge in dieser Richtung vor. Ich betonte etwa folgendes: Die angewandte Biologie ist die Wissenschaft von Lebewesen, welche zu unserer Wirtschaft und der zeitgemäßen Lebensführung, einschließlich der Volksgesundheit, in wesentliche Beziehung treten. Die angewandte Biologie soll zu einer technischen Biologie werden, d. h. technische Gedankengänge und Methoden sollen diesen Zweig der Biologie erfüllen. Darin liegt ferner, daß wirtschaftliche und organisatorische Fragen zu berücksichtigen sind. In der technischen Biologie sollen sich Theorie und Praxis die Hand reichen zur Dienstbarmachung und Beherrschung organischer Prozesse. Die Vorgänge im Reiche der Organismen sollen reguliert werden, um so zu höheren Freiheitsgraden zu kommen durch Herrschaft über biologische Naturgeschehnisse. Zielbewußtes Erforschen und Regulieren von Naturprozessen sowie das Erfinden neuer Kombinationen soll die technische Biologie (Biotechnik) auszeichnen.

[1]) Die Darstellungen schließen sich eng an meinen Vortrag an über das Thema: Die Bedeutung niederer Temperaturen in der Biologie, den ich am 22. Febr. 1927 im Berliner Kälteverein gehalten habe. Für die vom Vorstand des Vereins erbetene Drucklegung wurden Zusätze und Ergänzungen eingefügt.

Was der Biologe zergliedert, was der Naturforscher an biologischen Regeln gefunden, setzt zu gewollten Zwecken der Biotechniker zu neuem Wirken wieder zusammen. Genau so, wie in der mechanischen und chemischen Technologie, wie in der Elektrotechnik anorganische Naturkräfte reguliert und rationiert werden unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte, so sollen in der technischen Biologie die mannigfachen Naturkräfte, deren Hüter die Organismenwelt ist, für kulturelle Zwecke dienstbar gemacht werden. Gedankengänge, wie die soeben vorgetragenen, beschäftigen mich seit Jahren. Sie schließen sich an Ideen an, welche Hanffstengel, Nernst, Wendt, Zschimmer und andere vorgetragen haben (vergl. Lit.).

Jedem Einsichtigen ist bekannt, daß grundsätzlich eine Regulierung von Geschehnissen im Reiche der Organismen möglich ist und daß »Kälte« als einer der wichtigsten Faktoren in Betracht kommt. Diese Tatsache von überragender Bedeutung war bereits vor Jahrtausenden der Menschheit bekannt. Jeder Hausfrau ist die Wichtigkeit der Kältewirkung auf die biologischen Vorgänge geläufig. Daß Fäulnis längere Zeit durch »Kühlaufbewahren« hintenangehalten werden kann, ist eine der alten Grundweisheiten der Hauswirtschaft. Die Frage läßt sich somit dahingehend formulieren: »Was bewirkt Kältewirkung überhaupt und was kann man damit alles regulieren?« Diese große, von wissenschaftlichen Gesichtspunkten aus gestellte Frage bedarf zu ihrer Beantwortung einer Aufteilung in eine Reihe von Unterfragen.

Die Antwort auf diese Hauptfrage würde ein dickes Buch füllen, wollte man alle diesbezüglichen Ergebnisse der Biologie schildern. Wir sind also in die Notwendigkeit versetzt, etwas summarisch die wesentlichsten Punkte herauszugreifen, damit eine Klärung erzielt wird über den Umfang dieser Frage; besonders bei denen, die Biologie nur als Hilfswissenschaft betreiben können. In letzterer Lage dürften sich viele befinden, die von der technischen Seite her an das Kälteproblem in der Biologie herantreten. Die Technik muß von den Zoologen, Physiologen, Botanikern erfahren, mit wie tiefen Temperaturen auf die mannigfachen Lebewesen überhaupt eingewirkt werden kann oder darf. Es muß Klarheit herrschen darüber, wo die Grenzen der Beeinflussung liegen, wo es also aufhört — vom biologischen Standpunkt gesprochen — Sinn zu haben, mit Kältewirkungen noch weiter vorzugehen. Auch hier gibt es »Unnötiges« oder »Ein-des-Guten-zuviel«. Letzteres aber entspricht nicht den Grundlinien technischer Durcharbeitung und wirtschaftlicher Gestaltung. Es ist unvorteilhaft — um ein erdachtes Beispiel zu bringen — mit -3^0 in einer Kühlanlage zu arbeiten, wenn der Biologe festgestellt hat, daß $+3^0$ die gleiche Wirkung bei einem physiologischen Vorgang erzielen.

Der große Umfang der Frage bringt es mit sich, daß vielerlei Begriffe damit verbunden sind und gebraucht werden. Um Verwirrungen zu vermeiden, muß über die Begriffe Klarheit herrschen. Die Vorfrage: »Was versteht man unter Kälte?« (im landläufigen Sinne) kann nur mangelhaft beantwortet werden, denn der Begriff »Kälte« leitet sich aus dem der »Wärme« ab, und dieser wieder stammt aus dem unmittelbaren Gefühl für kalt einerseits, warm andererseits.

Vom physiologischen Standpunkt aus ist Kälte bezw. Wärme zunächst ein relativer Begriff. Der Begriff der Empfindung ist damit verbunden, und empfunden wird bei Kälte — genau so wie bei Wärmewirkung — letzten Endes nur die eigentümlich getönte Differenz gegenüber einem früheren Zustande. Nehmen wir an, es lebte der Mensch in einer seit Jahrtausenden vollkommen gleichmäßigen Temperatur von $+10^0$, und es wäre ihm außerdem unmöglich, durch seine Sinnesorgane ein Weniger oder Mehr an Wärme zu »empfinden«, so würde es für derartig gedachte Menschen in gedachten Umweltsbedingungen den Begriff der Kälte gar nicht geben.

Vom physikalischen Standpunkt aus kennt man nur den Begriff Wärme, worüber jedes Lehrbuch der Physik Aufschluß gibt. Der Physiker versteht unter Wärme (in ihren Abstufungen bis zum absoluten Nullpunkt) »Energieunterschiede«. Begriffe wie Wärmeleitung, Wärmeeinheiten, Wärmedurchgang, Wärmestrahlung, Wärmeübertragung, Wärmekonvektion sind physikalisch festgelegt und brauchen hier vom Biologen nicht erörtert zu werden. Ebensowenig braucht vom Biologen erläutert zu werden, was man unter Temperatur versteht und wie man zu den Zahlenwerten für die Temperatur gelangte. Bei physiologischen und ökologischen Untersuchungen benutzt man die im Alltagsleben tausendfach bewährten, heute allgemein anerkannten Temperaturbegriffe und die Gradbestimmungen nach Celsius. Ich habe auf diese Dinge ganz kurz hingewiesen, da gerade sie nicht immer mit aller Deutlichkeit getrennt behandelt werden, besonders bei Erörterungen von Fragen, die auf Grenzgebieten liegen.

Auf die rein technischen Fragen: »wie man Kälte (also tiefe Temperaturen) erzeugt« oder »wie man einen bestimmten Kältezustand eines Raumes, einer Lösung dauernd gleichmäßig erhält«, gehe ich nicht ein. Es ist nicht meine Aufgabe und gehört nicht zu meinem Thema. Kehren wir nach diesen mir nicht unnötig erscheinenden Vorerörterungen zum Kern des Themas zurück!

Wenn man über die Bedeutung niederer Temperaturen in der Biologie vor Hörern zu sprechen hat, die den Einzelheiten ökologischer und physiologischer Forschungen nicht so nahe stehen, wie der Fachvertreter, dann ist es gut, auch die Fülle der möglichen Fragen in Gruppen zu ordnen. Ein Ueberblick über die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen ist so für den Nichtbiologen am ehesten möglich. Eine Art Wegweiser wird geschaffen, der das Eindringen in das Grenzgebiet erleichtert.

Man kann z. B. die Fragen nach folgenden Gesichtspunkten ordnen:

1. Woher kommt es, daß Tiere überhaupt in Kälte leben können, und zwar
   a) eigenwarme (homoiotherme)?
   b) wechselwarme (poikilotherme)?
2. Wie verhalten sich Tiere und Pflanzen, die in jahreszeitlichen Kälteperioden leben müssen?
3. Wie wirkt Kälte auf den Gesundheitszustand des Menschen, wenn er
   a) abwechselnd in warmen und kalten Räumen arbeiten muß? oder wenn er

b) sich freiwillig in Kälteregionen (Polargebiete — Hochgebirge) begibt?

Je nachdem man eine dieser Fragestellungen wählt, wird man die beobachteten und experimentell ermittelten Erscheinungen einordnen. Oder wir können die Fragen in anderer Weise gruppieren und zwar folgendermaßen:

Wie wirken sich tiefe Temperaturen aus, wenn sie:

1. dauernd vorherrschen, so wie in polaren Gegenden und im Hochgebirge?
2. abwechselnd eintreten, so wie in den gemäßigten Zonen?
3. nur ausnahmsweise eintreten wie in den rein tropischen Gebieten?

Oder: was geschieht, wenn man Kälte

a) einmal im Laboratorium im Versuch auf ein Tier, eine Pflanze oder auf Teile davon wirken läßt? und

b) dauernd in Kühlräumen (also unter künstlichen Bedingungen) auf organische Prozesse einwirken läßt?

Je nach der gewählten Oberfrage werden sich Unterfragen ergeben. Es werden grundsätzliche Erscheinungen zur Beantwortung bei allen Fragen mit herangezogen werden müssen, es wird aber auch eine Fülle von Einzelheiten zu jeder Fragengruppe gehören. Wir können auch die Aufgabe in der Weise formulieren, daß wir fragen: welche Erfahrungen und Beobachtungen liegen in der Biologie vor, die man auf Rechnung der Kältewirkung im besonderen schreibt. Unter diesem — natürlich etwas summarischem Winkel — läßt sich bei gebotener Kürze für Nichtbiologen m. E. am schnellsten ein Ueberblick, gleichsam eine Einführung in den ganzen Stoff geben. Es soll deshalb in dieser Weise nachfolgend verfahren werden. — Nach diesen einleitenden und orientierenden Bemerkungen: Medias in res!

2. Ueber stenotherme und eurytherme Tiere.

Man unterscheidet nach ihrem Verhalten der Temperatur gegenüber stenotherme und eurytherme Organismen, d. h. Tiere und Pflanzen. Unter stenothermen Tieren versteht man solche, die ein starkes Schwanken der Temperatur nicht oder schlecht vertragen; unter eurythermen Formen versteht man solche, die selbst innerhalb weiter Schwankungen der Temperatur zu leben vermögen. Stenotherme Tiere können a) kälteliebend, b) wärmeliebend sein, und das gleiche gilt für eurytherme Formen. Man darf eben nie vergessen, daß Kälte physiologisch ein relativer Begriff ist. Einige Beispiele: Stenotherm = wärmeliebend sind die Eingeweidewürmer der Säuger und Vögel. Wenige Grade der Abkühlung (in diesem Falle unter die Bluttemperatur von rund $+37^0$) lähmt und schädigt sie und bringt sie bei längerer Einwirkung rasch zum Absterben. Das gleiche gilt für Korallen und Korallenfische, für Faultiere, die in den feuchten tropischen Regenwäldern leben, und für zarte Moose, Farne und Orchideen der Tropen, um auch einige botanische Beispiele zu nennen. Stenotherm = wärmeliebend sind viele Insekten, Amphibien und Reptilien; letztere bevölkern deshalb hinsichtlich der Artenzahl und der Menge nach subtropische und tropische Gebiete.

Wieviel Grad (C) die Schwankung nur betragen darf, ist sehr verschieden. Eingeweidewürmer und Blutparasiten (Trypanosomen) werden von 10^0 Untertemperatur schon stark geschädigt. Andere Formen vertragen diesen Schwankungsgrad noch ganz gut.

Stenotherm-kälteliebend sind die meisten Tiefseefische und -Krebse. Sie halten sich in einem Wasser auf, dessen Temperatur nahe über oder unter dem Nullpunkt liegt. Bestimmte Landschnecken (Vitrina-Arten) oder Strudelwürmer (Turbellarien) finden wir nur in den eiskalten Gebirgsbächen und -Seen, ja sogar im Schmelzwasser der Gletscher. Auch Flohkrebse (Amphipoda) bevorzugen kalte Gewässer, ebenso wie Forellen und Coregonen (Renken, Muränen).

Eurytherm-kälteliebend sind Schneefuchs, Lama, Renntier, Moschusochse, Eisbär und andere polare Formen. Sie können, wie die Erfahrungen in unseren zoologischen Gärten lehren, jahrelang in höheren Temperaturen leben, als sie im Heimatgebiete herrschen. Kälteliebend sind viele Salamander und Kröten; ebenso eine Reihe von Winterinsekten, wie z. B. die Frostspanner.

Zu den eurytherm-wärmeliebenden gehören z. B. der Tiger, das zweihöckerige Kamel, um zwei Säuger zu nennen. Ferner können zu dieser Gruppe von den Insekten die Wanzen gezählt werden, die selbst bei -10^0 noch nicht erfrieren, welche aber sonst ausgesprochen wärmeliebend sind. Wärmeliebend sind auch die Stechmücken (Culex und Anopheles) Weibchen, obwohl auch sie Temperaturen nahe dem Nullpunkt wochenlang zu ertragen vermögen.

Bei diesen Einteilungen darf man aber eines nicht vergessen, nämlich, daß es zwei Gruppen von Tieren hinsichtlich der Körpertemperatur gibt: a) die homoiothermen, d. h. eigenwarmen Tiere, sie regeln ihre Innentemperatur selbst und b) die poikilothermen Formen, welche hinsichtlich ihrer Körpertemperatur weitgehend von der Außentemperatur beeinflußt werden; ihre Körpertemperatur liegt meist nur wenige Grade über der Umgebungstemperatur.

Aus dieser kurzen Uebersicht geht hervor, daß mit einer Fülle von Erscheinungen zu rechnen ist, wenn man auf experimentellem Wege Kälte auf die verschiedenen Tier- und Pflanzenformen einwirken läßt. Man muß von vornherein mit allgemeinen Erscheinungen, mit gewissen Gesetzmäßigkeiten rechnen, man muß aber auch auf Besonderheiten gefaßt sein. Ein recht sinnfälliges Beispiel sei angeführt.

Bringen wir z. B. eine Maus und eine Küchenschabe in $\pm 0^0$, so wird die Maus ganz munter bleiben, die Schabe aber in Kürze in Kältestarre verfallen. Dieser äußere Befund darf uns aber nicht täuschen, auch im Körper der Maus gehen Veränderungen vor sich, nur treten sie nicht so schnell und so sinnfällig in Erscheinung wie das Starrwerden einer Schabe.

3. Ueber Kältereize und Kälteempfindungen im allgemeinen.

Daß Kälte- (und Wärme) empfindungen überhaupt zustandekommen, setzt das Vorhandensein thermischer Sinne bei den höheren Tieren — vor allen Dingen bei dem Mensch — voraus. Der Physiologe spricht von einem Wärmesinn, genau so wie er vom Gesichtssinn spricht. Für die Aufnahme der Temperaturreize dient ein doppelter Apparat, einer für die Kältereize und ein zweiter für die Wärmereize. Es gibt eine

große und vortreffliche Reihe von Untersuchungen, hinsichtlich der Frage, wie »Kälte«reize vom Menschen aufgenommen werden, und wie er im einzelnen darauf reagiert. Wesentlich in dem hier interessierenden Zusammenhange ist, daß im allgemeinen Kältereize schneller als Wärmereize empfunden werden, und zwar Kältereize schon in der Zeit von 0,2 bis 0,3 Sec. Wärmereize gelangen erst nach 0,5 bis 0,6 Sec. zur Wahrnehmung. Desgleichen sind viele Untersuchungen vorhanden über die Topographie der Kälte- und Wärmepunkte, wobei sich z. B. ergeben hat, daß die Stirn viel Kältepunkte besitzt, also besonders kälteempfindlich ist, aber wenig wärmeempfindlich. Das Gleiche gilt für Lippen, Mundhöhlenboden, Zahnfleisch, Gaumen. Des weiteren haben derartige Untersuchungen ergeben, daß der menschliche Körper bei der Einwirkung von tieferen Temperaturen genau so Schmerz empfindet, wie bei der Einwirkung von hohen Temperaturen. Man spricht demzufolge von einem Kälteschmerz. Schließlich sei hier nur noch erwähnt, daß am menschlichen Körper die Kältepunkte wesentlich zahlreicher über die ganze Haut zerstreut sind als die Wärmepunkte. So hat man festgestellt, daß auf 1 cm^2 Haut höchstens 3 Wärmepunkte, aber bis zu 23 Kältepunkten kommen. Die Zahl aller Kältepunkte der menschlichen Haut wird auf 250 000 bis 300 000, die der Wärmepunkte auf rund 30 000 von den einschlägigen Forschern angegeben. Besonders für Kälteschmerz hoch empfindlich sind, wie fast jeder weiß, die Zähne. Wir müssen uns mit diesen kurzen Andeutungen begnügen. Weitere ausführliche Darstellungen über die Kälteempfindlichkeit des Menschen, wovon einiges zu wissen gerade dem Kältetechniker wichtig sein muß, finden sich in den großen Handbüchern der Physiologie (vergl. Lit. bei Goldscheider). Jedenfalls ist sicher, mit am vorzüglichsten ist die Wirkung der Kältereize auf den menschlichen Körper aus sehr naheliegenden Gründen bekannt.

Die neueren biologischen Untersuchungen haben sich aber damit nicht begnügt, die Kältewirkungen bei dem Menschen zu beobachten, sondern man hat die Untersuchungen auch auf niedere Tiere, namentlich auf Insekten, ausgedehnt. Ueber Ameisen, Läuse, Wanzen und Mücken gibt es bereits eine ganze Reihe von recht guten Arbeiten, welche die Leistungen des Temperatursinnes dieser Tiere auf Grund ihrer Reaktionen feststellten. Es konnte z. B. bei der Ameise (Formica rufa) ermittelt werden, erstens: Temperaturdifferenzen von $^1/_4{}^0$ werden noch wahrgenommen (Herter 1925); zweitens: bei der Einwirkung von Licht ist die Wärme- bezw. Kälteempfindlichkeit eine andere als im Dunkeln; drittens: die Aktivitätsgrenze dieser Form wird bereits bei $+9^0$ bis $+11^0$ erreicht. Sinkt die Temperatur noch tiefer, dann verfallen diese Tiere in einen Starrzustand, der unter Umständen monatelang anhalten kann.

Auch Grillen wurden auf ihre Kälteempfindlichkeit geprüft und dabei ergab sich u. a., daß die einzelnen Körperregionen in verschiedenen Abstufungen wärme- bezw. kälteempfindlich sind. Am empfindlichsten sind die Fühler, weniger empfindlich die Flügel und noch weniger empfindlich der Hals. Auch Wanzen wurden schon mehrfach zu derartigen Kälteversuchen benutzt. Kleiderläuse sind auf ihr Verhalten im Temperaturgefälle untersucht worden. Auch hierbei ergab sich die Tatsache; die Tiere werten mit Sicherheit Temperaturunterschiede aus in der Weise, daß sie sich in einem optimalen Temperaturbereich (er liegt etwa zwischen $+27^0$ bis $+32^0$) ansammeln. Unter $+15^0$ werden sie sehr träge und in noch kälterer Umgebung verfallen sie rasch in Starre.

Die Tatsache, daß beispielsweise Insekten in Temperaturgefällen ein bestimmtes Verhalten zeigen, setzt zunächst voraus, daß eine Wahrnehmungsmöglichkeit überhaupt besteht. Ueber die besondere Art dieser Empfindungen kann man natürlich nichts aussagen, höchstens sind recht unsichere Analogieschlüsse zum Vergleich möglich,

Praktisch wichtig können alle diese Dinge werden. Namentlich die Tatsache, daß bei weitem die meisten Insekten in Temperaturen, die unter $+8^0$ etwa liegen in Kältestarre verfallen, in der sie wochenlang auszuharren vermögen, ist ein Punkt, der vielleicht noch einmal bei bestimmten Schädlingsbekämpfungsverfahren (Auslese, Ausschütteln, Aussieben) irgendwie Bedeutung erlangt. Wir stehen mit der technischen Durcharbeitung aller dieser Dinge eben noch am Anfang.

4. Kälte und Wärme als äußere Lebensbedingungen.

Das tierische Leben hat Kardinalpunkte, die wir als Minima, Optima und Maxima bezeichnen in bezug auf die allgemeinen Lebensbedingungen wie: Nahrung, Wasser, Salze und, was uns hier vor allem interessiert, die Temperatur. »Die Temperatur ist im lebendigen Ablauf ein so wesentlicher Faktor und spielt so in alle Lebenserscheinungen hinein, daß er überall seine Berücksichtigung finden muß«, sagt Janisch (1927 a. a. O. S. 41), der sich in letzter Zeit besonders eingehend mit dem Temperaturproblem und seiner gesetzmäßigen mathematischen Formulierung befaßte. Das Optimum, die »Behaglichkeitszone« wie man gesagt hat, liegt für die einzelnen Tierarten sehr verschieden, gemessen am Abstand vom Nullpunkt. Liegen nun die Grenzwerte (Maxima und Minima) sehr weit auseinander, so nennt man (wie schon in Absch. 2 betont) die Tierart eurytherm im gegenteiligen Falle stenotherm. Die Anpassungsfähigkeit an die Schwankungen der allgemeinen Lebensbedingungen, zu denen als besonders wichtige die Temperatur gehört neben Nahrung, Salzgehalt, Sauerstoffgehalt, Wasser, Licht, bezeichnet man ökologische Valenz (Hesse 1924). Die Temperaturgrenzen, innerhalb deren das aktive tierische Leben sich abspielt, sind verhältnismäßig eng. Nach oben liegt die Grenze meist bei etwa $+50^0$; d. h. bei der Gerinnungstemperatur des Eiweißes. Nach unten ist die Grenze durch die Temperaturwerte gegeben, bei welche die Körperflüssigkeit — die ja eine Salzlösung darstellt — gefriert. Der Rest der Flüssigkeit wird durch das Gefrieren noch salzreicher und der Gefrierpunkt erniedrigt sich noch mehr. Infolgedessen rückt die untere Grenze bei anhaltender Kälte noch weiter nach außen. Natürlich ist dieser Vorgang nur bis zu einem gewissen Zustande, d. h. bis zu gewissen Kältegraden — möglich. Es liegen gerade über die Frage, wie lange Tiere und (Pflanzen) tiefen Temperaturen ausgesetzt werden können und wie tief die Kältegrade gehen können, eine ganze Reihe wichtiger Untersuchungen vor. Darauf werden wir

noch zu sprechen kommen. Uns interessiert besonders noch die folgende Tatsache. Erfolgte der Stillstand der aktiven Lebensvorgänge durch Kälte, so findet in der Regel durch Temperaturanstieg ein Wiederaufleben statt, vorausgesetzt, daß mit der nötigen Sorgfalt verfahren wird, und daß die gewählten Kältegrade nicht zu tiefe waren. Bei Stillstand durch Einwirkung zu hoher Temperaturen kehrt die Lebensfähigkeit in der Regel nicht wieder zurück.

Bekanntlich fördert eine Temperaturerhöhung die Lebenstätigkeit der Tiere im allgemeinen, so wie eine Temperatursenkung — also praktisch gesprochen das Kühlhalten — eine Verlangsamung bewirkt. Einer bestimmten Temperaturlage entspricht eine bestimmte Geschwindigkeit des Ablaufes bestimmter Lebensvorgänge. Welche Gesetzmäßigkeiten hier herrschen, und wie sie auch mathematisch zu formulieren sind, ist gerade zur Jetztzeit der Gegenstand vieler Untersuchungen. Es hat sich u. a. gezeigt, daß ebenso wie für chemische Reaktionen, auch hier die van' Hoff'sche Regel (R. G. T. Regel) für gewisse Temperaturlagen Gültigkeit im großen und ganzen hat; allen Ansprüchen genügt sie nicht. Janisch (1927) hat sich mit diesen Problemen eingehend beschäftigt. Er weist u. a. nach, daß die Temperaturabhängigkeit biologischer Vorgänge überhaupt als exponentiale Funktionen aufzufassen sind. Wegen weiterer Einzelheiten sei auf das kürzlich erschienene Buch Janisch's »Das Exponentialgesetz als Grundlage einer vergleichenden Biologie« verwiesen.

Hier interessiert nun vor allem die Tatsache, daß bei Einwirkung kühler Temperatur eine Verzögerung der Schnelligkeit biologischer Geschehnisse eintritt. Für praktische Ziele dürfte m. E. aus dieser Tatsache noch unendlich viel herauszuholen sein.

Einige Beispiele seien angeführt. Es gelingt unschwer, die Dauer der Puppenruhe von Insekten durch Kältewirkung zu verlängern, z. B. bei dem Mehlkäfer (seine Larve ist der bekannte, zur Vogelfütterung massenhaft verwendete Mehlwurm) dauert die Puppenruhe

bei	13,5°	17°	21°	27°	33°
Stunden	1116	593	320	172	134

Ich selbst habe in einer kürzlich erschienenen Arbeit (Hase 1927) gezeigt: Man kann durch Einwirkung von Temperaturen, die nahe am Nullpunkt (+0,3 bis +0,5°) und etwas darüber (+3 bis +5°) liegen, das Ausschlüpfen von Mehlmottenraupen (Ephestia kuehniella Zell) um 30 Tage hinausschieben, wenn die Kälteperiode ohne Unterbrechung wirkt. Läßt man aber die Kälte mit Unterbrechung einwirken, so daß man zwischen die Kältetage (Aufbewahren in +0,3 bis +5,0°) Wärmetage (Aufbewahren in +25°) einschaltet, so kann das Ausschlüpfen um 21 Tage verzögert werden. Diese Zahlen werden in ihrer Bedeutung aber erst verständlich, wenn man sich vergegenwärtigt, daß bei +25° konst. dieselben Eier eine Bebrütungsdauer von nur 4,75 bis 5,25 Tagen benötigen. Weitere Einzelheiten müssen in der Arbeit selbst eingesehen werden. Mir kam es damals darauf an, einmal Gesetzmäßigkeiten nachzugehen und ferner zu zeigen, wie weit in diesem einzelnen Falle ein biologischer Vorgang (die Embryonalentwicklung der Raupen) durch Kälte beeinflußt werden kann.

Oder, um zwei Beispiele aus der Fischerei zu bringen: Die Entwicklungsdauer von Dorscheiern beträgt:

bei	−1°	+3°	4°	5°	6°	8°	10°	12°
Tage	42	23	20,5	17,5	15;5	12,7	10,5	9,7

Auch die Lebhaftigkeit des Stoffumsatzes — gemessen am Sauerstoff-Verbrauch — wird durch Kälte beeinflußt. Der Karpfen z. B. verbraucht pro Kilo und pro Stunde

bei +9°	bei 18,2°	
661 cm³	1692 cm³	Sauerstoff.

Das Beispiel sei deshalb erwähnt, weil es für praktische Transportfragen lebender Fische große Wichtigkeit hat.

Es liegen nun eine Unmenge von Einzeluntersuchungen vor, die sich mit der Frage befassen, wie sich Tiere und Pfanzen, oder einzelne Lebensvorgänge bei kurzer oder längerer Kältewirkung verhalten. Herzschlag und Atemtätigkeit, Wachstum von Bakterienkolonien und Keimwurzeln, Geschwindigkeit der Nervenleitung, Gerinnungszeit einzelner Blutsorten, Entwicklungsdauer von Insekteneiern und -puppen, Futterbedarf von Raupen, Eiproduktion und Fruchtbarkeit bestimmter Insekten, Wachstum von Schimmel- und Hefepilzen, kurz, eine Fülle von Erscheinungen sind zum Gegenstand experimenteller Untersuchungen geworden. In den Tabulae biologicae finden sich zu vielen Beispielen die genauen Zahlenwerte nebst Hinweisen auf die Originalabhandlungen. Praktisch diese Dinge auszuwerten, ist eine große Zukunftsaufgabe.

Des weiteren sei auf einige Fragen hingewiesen, die das Kapitel der Unterkühlung betreffen. Schon vor etwa 30 Jahren wurde festgestellt, daß man Tiere und Pflanzen oder deren Teile, unterkühlen könnte, d. h. unter den eigentlichen Gefrierpunkt abkühlen könnte, bei entsprechender Vorsicht. Daß das Gefrieren von Organismen ein sehr verwickelter Vorgang überhaupt ist, wurde ja schon oben betont. Froschmuskeln z. B. konnten auf −18° abgekühlt werden, sie blieben dabei weich und durchsichtig. Hält man aber die Temperatur auf dem wirklichen Gefrierpunkt konstant, so gefriert der Muskel, wobei er hart und undurchsichtig wird. Auch Gewebe warmblütiger Tiere lassen sich unterkühlen, obwohl ein Warmblüter schon stirbt, wenn seine Körpertemperatur auf +20° etwa sinkt (ausgenommen sind Winterschläfer, s. oben). Bachmetjew (1901/1907) hat die Frage der Unterkühlung an Insekten ganz eingehend studiert. Er fand etwa folgendes: Kühlt man ein Insekt ab, so sinkt dessen Körpertemperatur weit unter 0° bis zu einem bestimmten Betrag. Zu einem bestimmten Zeitpunkt — sog. »kritischer Punkt« — steigt dann aber trotz fortdauernder niedriger Temperatur der Umgebung, die Temperatur des Tieres plötzlich an (sog. »Sprung«), und erreicht dann einen Wert von −1° bis −2°, der dem normalen Erstarrungspunkt der Säfte der Tiere entspricht. Auf diesem Wert bleibt die Temperatur eine Zeitlang stehen und sinkt dann — bei fortgesetzter Unterkühlung — wieder ab. Der kritische Punkt zeigt die Temperatur an, bis zu dem unterkühlt werden kann, ehe die Erstarrung beginnt. Tritt letztere ein, so steigt die Temperatur des Tieres bis zu dem

Betrage, der dem Gefrierpunkt entspricht. Jetzt bleibt die Temperatur eine Zeit konstant, obwohl die Umgebung kälter ist. Das Erstarren dauert also nach dem Sprung an, d. h. es gefror also nur ein Teil der Körperflüssigkeit, was eine gewisse Zeit dauert und dann erst begann die bereits erstarrte Flüssigkeit weiter abzukühlen. Als Beispiel sei aus Bachmetjew nachstehender Fall (Aporia crataegi — Baumweißling) mitgeteilt:

Zeit	Temperatur der umgebenden Luft	Temperatur des Tieres
2 h 8	+ 2,3	+8,2
2 h 25	—12,0	—6,7
2 h 26		—7,4
2 h 27	—12,5	—8,0
2 h 27½		—0,8
2 h 28	—12,3	—0,8
2 h 31		—1,0
2 h 45		—6,0
2 h 46	—11,9	—6,5

Bringt man die Tiere sofort nach dem Sprung in Wärme, so bleiben sie am Leben. Hieraus geht hervor, daß eine Unterkühlung der Säfte nicht lebensschädigend wirkt. Die Temperatur des kritischen Punktes ist verschieden je nach den Arten: für Vollkerfen und Raupen —12,8° bis —1,7° und für Puppen —10,5° bis —5,2° sind ermittelt. Kühlt man aber Tiere nach dem Sprunge nochmals ab, wieder bis zum kritischen Punkt, so gehen sie zu Grunde. Diese bedeutsamen Befunde — Einzelheiten müssen in der Arbeit selbst nachgelesen werden — sind m. E. noch längst nicht praktisch ausgewertet. Sicher gilt das Gesetzmäßige, was Bachmetjew fand, auch für viele andere Formen. Die ganze Frage des Ueberwinterns von Insekten hängt mit diesen Erscheinungen aufs engste zusammen.

Wie leicht begreiflich, erregten Untersuchungen, die sich mit der Frage befassen, welche tiefen Temperaturen überhaupt Tiere- und Pflanzenkörper auszuhalten vermögen, in weiten Kreisen lebhaftes Interesse. Es hat sich in früheren Jahren besonders Pictet (1893) in neuerer Zeit Rahm (1924) mit diesen Fragen viel beschäftigt. Einige Angaben aus diesem, besonders für Kältetechniker außerordentlich interessantem Gebiete, seien mitgeteilt. Rahm konnte zeigen, daß Wasserkäfer (Dytiscus) bei langsamer Abkühlung in Wasser wieder auflebten, wenn die Temperatur nicht unter —15° sank. Eine plötzliche Abkühlung derselben Tiere auf —18° führt zum Tode, oder zu so starker Schädigung, daß das Tier bald danach eingeht. Auch mehrmaliges Einfrieren — sofern nicht unter —15° gegangen wird — schädigt nicht. Andererseits ist es auffällig, daß die gleichen Käfer in trockener Luft, die —2 bis —3° kalt war, zu Grunde gingen, wenn man sie entsprechend lange der kalten Luft aussetzte. Auch im Wasser starben dieselben Käfer bei — 2° ab, wenn man sie lange genug dieser tiefen Temperatur aussetzte. Des weiteren hat Rahm Tiere, die, im Moos lebend (Nematoden-Fadenwürmen, Tartigraden-Bärentierchen und Rotatorien-Rädertiere), zeitweiliger Austrocknung ausgesetzt sind, auf ihre Kältewiderstandsfähigkeit bei sehr tiefen Temperaturen geprüft. Die genannten Tiere liegen zur Zeit der Dürre im Trockenschlaf; sie erwachen aber sehr bald zu aktivem Leben bei Wasserzutritt. Rahm ging in der Weise vor, daß er Tiere zunächst 5 Monate lang im Trockenschlaf ließ, dann erweckte er sie durch Eintauchen in Wasser, und dann tauchte er sie in flüssige Luft; schließlich brachte er sie in ein Bad von flüssigem Wasserstoff, das eine Temperatur von —253° zeigte. Das Ergebnis war, daß die Bärentierchen nach Erwärmung wieder aufwachten — wenigstens zum Teil. Die Nematoden und die Rädertierchen waren tot. Immerhin ist es erstaunlich, daß Tiere, wenn auch im Trockenschlaf, einen so hohen Kältegrad bei ¾ Stunden Einwirkung zu überleben vermögen. Von anderen Forschern ist dann berichtet worden, daß Bakterien im Sporenzustand —190 bis —252° auszuhalten vermögen. Die Weinbergschnecke konnte eine Temperatur bis —120° ertragen. Frösche konnten bis zu —15° eine Stunde lang abgekühlt werden, Fische bis —15°. Sie waren fest gefroren, erwachten aber wieder bei langsamem Auftauen zum Leben. Auch mit Krebsen und Schlangen sind Unterkühlungsversuche bis zu —10° ausgeführt worden mit dem Erfolg, daß die Tiere wieder auflebten. Blasentang (Fucus) konnte 10 Stunden lang bis zu —20° abgekühlt werden und wuchs hinterher normal weiter. Die Bedeutung dieser Zahlen wird ins rechte Licht gerückt, wenn man nur erwähnt, daß z. B. Affen bei einer Abkühlung des Körpers bis auf +12° starben. Bestimmte kälteempfindliche Tropenpflanzen starben schon ab, wenn man sie Temperaturen bis zu +5° aussetzte.

Aus diesen kurzen Angaben ist schon zu ersehen, daß die Widerstandsfähigkeit der Organismen gegen tiefe und sehr tiefe Temperaturen eine recht verschiedene sein kann. Weitere Einzelheiten müssen in der einschlägigen Literatur nachgelesen werden.

(Schluß folgt.)

Neuzeitlicher Wärme- und Kälteschutz.

Von Privatdozent Dr Ing. I. S. Cammerer, Berlin.

Das Streben nach größter Wirtschaftlichkeit aller Fabrikationsprozesse verlangt möglichsten Schutz einer einmal erzeugten Energie gegen Verluste bei ihrer Fortleitung und ihrem Verbrauch. In Deutschland haben die wirtschaftlichen Schwierigkeiten der Nachkriegsjahre deshalb den Ausbau der Wärme- und Kälteschutztechnik besonders dringlich gemacht, so daß hier zuerst durch systematische theoretische Arbeiten wissenschaftlicher Institute die Technik des Isolierwesens die notwendigen Vorbedingungen für die Entwicklung zu einem modernen Industriezweig erhielt.

Im nachstehenden sei ein kurzer Ueberblick über das Erreichte gegeben, ohne natürlich auf besondere Fragen näher einzugehen. Diesbezüglich sei vor allem auf die Veröffentlichungen des Forschungsheims für Wärmeschutz in München und die zahlreichen wissenschaftlichen Aufsätze der letzten Jahre in den maßgebenden Fachzeitschriften[1]) verwiesen.

[1]) Vor allem »Archiv für Wärmewirtschaft«, »Die Wärme«, »Zeitschrift für die gesamte Kälteindustrie« etwa seit dem Jahre 1923.

I. Die Bedeutung eines guten Isoliermaterials.

Je nach den Betriebsverhältnissen werden durch eine gute Isolierung etwa 80 bis 97 % der Wärmeverluste gegenüber dem nichtisolierten Zustande eingespart. Da die Verwendung eines Wärmeschutzes eine stets leicht mögliche Maßnahme darstellt und die Anlagekosten verhältnismäßig niedrige sind, so folgt daraus, daß sich die Anwendung einer Isolierung ganz allgemein in außerordentlich kurzer Zeit bezahlt macht. Nachstehende Zusammenstellung zeigt ein zahlenmäßiges Beispiel:

Wärmepreis . . . . 0,6 M/100 000 kcal
Lufttemperatur . . 20 °C
l. Rohrdurchmesser 100 mm

	Rohrtemperatur in °C 100	300
Wärmeverlust in kcal/m h, nicht isoliert	305	2040
Wärmeverlust in kcal/m h, isoliert	46	140
Ungefähre Anlagekosten der Isolierung in M/m	7.—	13.—
Einsparung der Anlagekosten in Tagen durch die Ersparnisse	188	48

Bei Formstücken sind die Zeiten, in denen sich die Isolierung durch die Ersparnisse bezahlt macht, zum Teil etwas längere, überschreiten jedoch im allgemeinen niemals die Dauer von einem Jahr. Daraus ergibt sich gleichzeitig die Notwendigkeit, der laufenden Instandhaltung der Isolierung ein großes Augenmerk zu schenken. K. Henky hat darauf hingewiesen, daß wenn beispielsweise bei Reparaturen an einem Heißdampfventil größeren Durchmessers die Isolierung entfernt und nicht wieder erneuert wird, in einem Jahr Verluste entstehen, die zur Beheizung einer Kleinwohnung im Winter ausreichen würden.

Welche Ersparnisse nun weiterhin durch die richtige Auswahl des zweckmäßigsten Isoliermaterials ermöglicht werden, zeigt nachstehende Zahlentafel. Es bestehen nämlich außerordentliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Isoliermaterialien hinsichtlich ihrer technischen Wirkung und den notwendigen Kapitalaufwendungen.

Vergleichswert	Hochwertiges Material	Material guter Qualität	Minderwertige Isolierung
Gleichwertige Isolierstärke in mm	40	75	123
Raumerfüllung von 1 m Isolierung in Litern	19	43	89
Speicherverlust pro lfdm und Jahr in kg Kohle	10	50	124
Gewichtsbelastung pro 1 m Rohr in kg	4,7	23,7	62,5
Ungefähre Anlagekosten in Mark	8	10	17

In Zeile 1 sieht man zunächst, daß die gleichwertigen Isolierstärken, bei denen also derselbe Wärmeverlust erzielt wird, sich wie 1 : 1,9 : 3 verhalten. Da nun die hochwertigen Materialien gleichzeitig ein viel geringeres Raumgewicht besitzen, so führt dies nicht nur bei diesen zu geringeren aufgespeicherten Wärmemengen in der Isolierung und daher zu geringeren Verlusten in den Betriebspausen, sondern sie bieten auch Vorteile hinsichtlich der Fracht und der Gewichtsbelastung der Anlage. Die Ueberlegenheit eines vorzüglichen Wärmeschutzes wird dadurch noch weiter gesteigert, wie in Zeile 2, 3 und 4 vorstehender Zusammenstellung gezeigt ist. Schließlich sind noch die ungefähren Anlagekosten beigeschrieben, die zeigen, daß ein hochwertiges Material trotz höherer Einheitspreise bei gleichen Wärmeverlusten billiger sein kann.

Diese Gegenüberstellung kann natürlich nur zur Charakterisierung der Verhältnisse dienen, ohne etwa für einen bestimmten Fall den Entscheidungen zu Grunde gelegt werden zu können. Wie man bei der Vergebung einer Anlage etwa zu verfahren hat, zeigen die folgenden Abschnitte.

Bemerkt sei noch, daß vorstehende Angaben ihrer Größenordnung nach auch für Kälteschutz keine Veränderung erfahren, weil zwar die Temperaturdifferenzen bei Kälteschutzanlagen nur etwa den zehnten Teil der Werte betragen, die bei Wärmeschutzanlagen in Frage kommen, weil aber gleichzeitig die Erzeugungskosten einer Kälteeinheit etwa auf das 10 bis 20fache derjenigen einer Wärmeeinheit kommen.

II. Die Bemessung einer Isolierung.

Auch ein gutes Material wird die erstrebte Wirkung nicht erreichen können, wenn es in ungenügender Stärke verwendet wird. Grundsätzlich hat man bei der Bemessung vor allem von der Wirtschaftlichkeit auszugehen, d. h. jene Stärke zu wählen, für die das günstigste Verhältnis zwischen den Aufwendungen für die Anlagekosten und den erzielten Ersparnissen besteht. Nur wenn besondere betriebstechnische Forderungen vorliegen, die unbedingt eine anders bemessene Isolierstärke verlangen, wird man davon abgehen. Ein Beispiel ist der höchstzulässige Temperaturabfall in einer Rohrleitung, oder die Vermeidung von Schwitzwasserbildung bei Kälteleitungen.

Die »wirtschaftlichste Isolierstärke«, wie man sie kurzweg nennt, ist je nach Rohrdurchmesser, Temperatur, Güte des Isoliermaterials, dem Wärmepreis und den Anlagekosten der Isolierung verschieden. Unter mittleren wirtschaftlichen Verhältnissen können für Dauerbetrieb etwa folgende Angaben einen Anhaltspunkt geben.

Art der Anlage	Temperaturdifferenz zwischen Rohr und Luft in ° C	Ungefähre Grenzwerte der wirtschaftlichen Stärke in mm steigend mit dem Rohrdurchmesser
Wärmeleitungen	100	20— 70
	200	30— 80
	300	40—100
	400	40—125
Kälteleitungen	20	30—100
	40	50—150

III. Materialauswahl und Vergebung von Wärmeschutzanlagen.

Die Auswahl von Wärme- und Kälteschutzmitteln und die Vergebungsbedingungen für Anlagen werden vielfach noch nicht im Einklang mit den wissenschaftlichen Ergebnissen vorgenommen. Neuerdings ist deshalb vom Verein deutscher Ingenieure ein Ausschuß zur Schaffung von »Regeln für die Bemessung und Abnahme von Wärme- und Kälteschutzstoffen« ins Leben gerufen worden, welcher die wichtigsten Unterlagen in einer den praktischen Bedürfnissen gerechtwerdenden Form zusammenstellen soll. Gewisse Vorbilder sind bereits in den Regeln einiger maßgebender großer Werke, vor allem der I. G. Farbenindustrie A. G., vorhanden[1]).

Demgemäß ist es von Seiten des vergebenden Werkes im wesentlichen dem Lieferanten zu überlassen, welches Material und in welcher Stärke er für eine bestimmte Anlage in Vorschlag bringen will, jedoch müssen von ihm einwandfreie Garantien über die physikalischen Konstanten der angebotenen Isolierung im betriebsfertig aufgebrachten Zustande gefordert werden. Werksseitig ist dann auf Grund der eingelaufenen Angebote der Vergleich nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu ziehen, natürlich unter Berücksichtigung nicht nur der eigentlichen wärmewirtschaftlichen Vorzüge, sondern auch sonstiger allgemeiner Eigenschaften, wie z. B. Reparaturfähigkeit, Wiederverwendbarkeit, Feuchtigkeitsbeständigkeit usw. Dabei kann sich sehr wohl ergeben, daß unter Umständen das Material mit dem wärmeschutztechnisch günstigsten Eigenschaften unwirtschaftlich ist, nämlich dann, wenn die Anlagekosten im Vergleich zu den erzielbaren Ersparnissen zu hoch werden.

Ist die Auswahl zwischen den Angeboten vom Werk getroffen, so müssen die einzuhaltenden Garantien, die evtl. Konventionalstrafen und die Art der vorgesehenen Abnahmeversuche festgelegt werden. Gegenüber den in der Praxis vielfach noch üblichen Vorschriften eines bestimmten technischen Effektes hat es sich jedoch aus meßtechnischen Gründen und zur allgemeinen Uebertragbarkeit der Garantien auf beliebige Betriebsverhältnisse als notwendig erwiesen, hierbei grundsätzlich von den maßgebenden physikalischen Konstanten auszugehen, d. i. also in wärmeschutztechnischer Hinsicht von der Wärmeleitfähigkeit und vom Raumgewicht.

Abschließend läßt sich die volkswirtschaftliche Bedeutung des Wärme- und Kälteschutzproblems durch die Angaben kennzeichnen, daß bei vorsichtiger Schätzung von den gesamten Aufwendungen für Kohle in Deutschland im Jahre 1914 40 bis 50 Millonen Mark hätten eingespart werden können, wenn der Wärme- und Kälteschutz überall nach den heutigen Gesichtspunkten durchgeführt worden wäre.

[1]) Vergleiche z. B. K. Hencky: »Zukünftige Aufgaben der Wärmeschutztechnik« Archiv für Wärmewirtschaft 1927, Seite 237.

Mittel zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit von Kältemaschinen kleinerer und mittlerer Leistung.

Von C. Dick, Stuttgart.

Bisher ist bei nicht sehr großen Kältemaschinen kein besonderer Wert auf Erzielung höchster Wirtschaftlichkeit gelegt worden. Erst in neuerer Zeit hat man sich bemüht, hier Wandel zu schaffen durch Anwendung des überhitzten Betriebes und Einführung der automatischen Regelung der Ammoniakzuführung zum Verdampfer.

Die Wirtschaftlichkeit steigt dabei wesentlich durch Mehrleistung bei fast gleichbleibenden Betriebskosten; die Betriebszeit wird vermindert. Die Kosten verringern sich ferner dadurch, daß die Bedienung und Wartung auf das Anlassen und Abstellen der Maschine beschränkt sind.

Wir wollen aus der Praxis eine »Sümak«-Kühlanlage herausgreifen, die in zahlreichen Betrieben des Nahrungsmittel-Gewerbes und der chemischen Industrie gute Aufnahme gefunden und sich bestens bewährt hat.

Der Verdichter ist gekapselt und wird in Größen von 500 bis 50000 kcal/Stunde in dieser Ausführung gebaut. Er saugt den im Verdampfer gebildeten Ammoniak-Dampf nach Abscheidung der mitgerissenen, nicht verdampften Flüssigkeit, als trockenes Gas an und bringt es auf den zur Verflüssigung erforderlichen Druck.

Kurz vor Beginn der Verdichtung, in der Totpunktlage des Kolbens, wird das abgeschiedene Kältemedium in flüssigem oder sehr nassem Zustand wieder in den trocken angesaugten Dampf eingespritzt und mit diesem zusammen verdichtet (D. R. P.), wodurch die Verdichtung kalt und mit dem geringsten Arbeitsaufwand erfolgt. Durch geeignete Anordnung des Druckventils kann etwaige Flüssigkeit beim Aushub ohne Gefahr von Flüssigkeitsschlägen abströmen. Es treten also nur trockene Gase durch das Saugventil des einfachwirkenden Verdichters, dessen volumetrischer Wirkungsgrad dadurch wesentlich verbessert wird gegenüber einer Ausführung mit hoch liegendem Druckventil, bei der Nachverdampfung im Zylinder oder Ueberhitzung beim Druckhub mit ihren Nachteilen auftritt.

Der Verdichter (Abb. 1) ist vollständig gekapselt, das Triebwerk besitzt zwangläufigen Oelumlauf Das kältebeständige Oel selbst liegt außerhalb des Gasstromes. Das in die Druckleitung mitgerissene Oel wird gesammelt und automatisch dem Verdichter wieder zugeführt.

Da eine Kolbenstange nicht vorhanden ist, muß lediglich die Kurbelwelle gegen Saugdruck abgedichtet werden. Ein in den Oelumlauf eingeschalteter Oelabschluß in der Stoffbüchse (D. R. P.) verhindert sowohl während des Betriebs als auch bei Stillstand der Maschine jeden Austritt von Ammoniak in vollkommener Weise. Irgend welche Bedienung der Stopfbüchse ist nicht erforderlich.

Jeder Verdichter wird vor Versand auf dem Probierstand geprüft. Ueber ihre Leistung ist im Februarheft 1927 dieser Zeitschrift durch Professor Stückle der techn. Hochschule in Stuttgart eingehend berichtet worden. Die Leistung des Verdichters betrug bei -10^0 C Ammoniak-Verdampfung und $+20_0$ Verflüssigungs-Temperatur bei einem Hubvolumen von 17,570 m^3 und 17,362 m^3 3998 kcal und 3878 kcal je ind. PS, der volumetrische Wirkungsgrad 88,4 und 89,5% der Lieferungsgrad 73,46% und 72,30%.

Das Regelventil wurde ersetzt durch ein automatisch arbeitenden Regel- und Kontroll-Apparat.[1])

[1]) Ueber die Leistungskontroller von Gläßel (i. Fa. Maschinenfabrik Stein, Cannstatt), sowie den Leistungsprüfer der Gesellschaft für Lindes Eismaschinen ist in dieser Zeitschrift 1926 und 1927 berichtet worden.

Neuerdings baut »Sümak« Regler für verschiedene Kältemittel nach Abb. 2 (D. R. P. angem.) für Leistung von 1000 bis 2000000 kcal/Stunde. Diese können an beliebiger Stelle zwischen Verflüssiger und Verdampfer aufgestellt werden. Das Kältemittel fließt von der tiefsten Stelle des Verflüssigers mit natürlichem Gefälle in den Apparat. Er wird durch eine Entlüftungsleitung mit dem Verflüssiger verbunden, welche zum Druckausgleich und zur Abführung von Luft und fremden Gasen dient, die durch ein Ventil in ein mit Wasser gefülltes Glas abgelassen werden, in dem die Gas- und Luftblasen sichtbar aufsteigen.

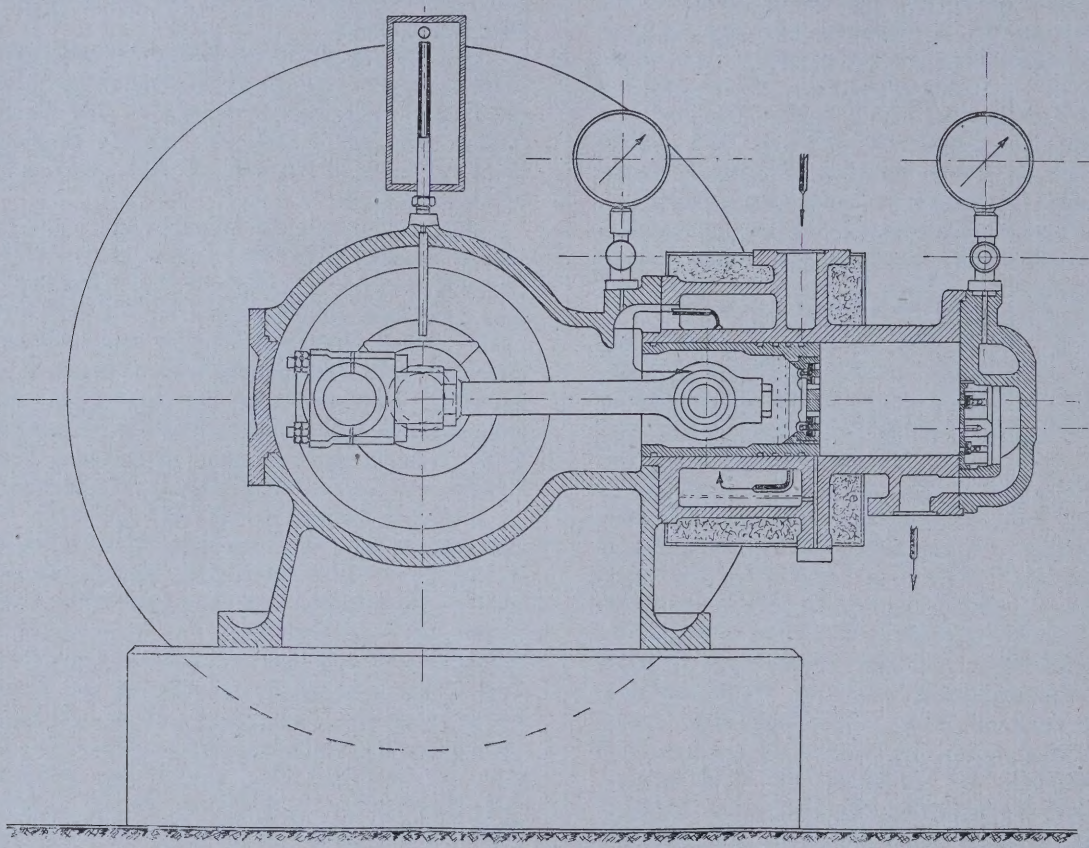


Abb. 1. Verdichter Sümak

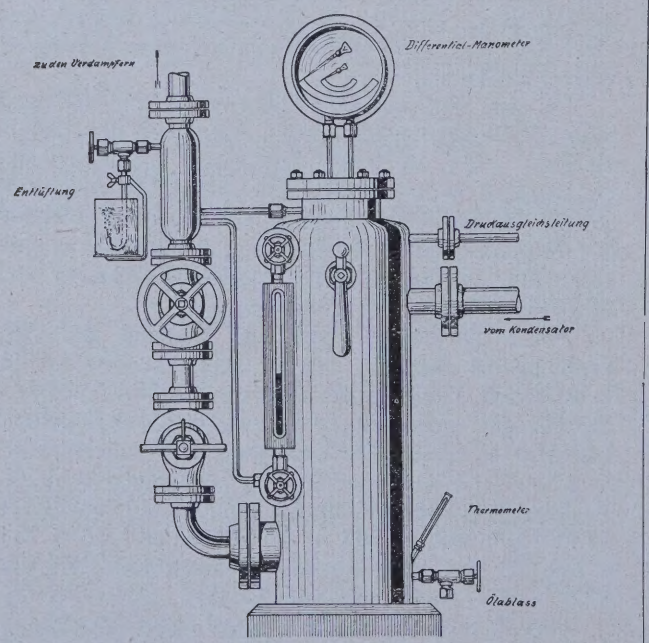


Abb. 2. Kontroller Sümak

Im Oberteil des Apparates befindet sich nämlich eine Kühlschlange, die das Kältemedium von Fremdgasen und Luft trennt und somit eine sichere Abführung derselben gewährleistet.

Das flüssige Kältemittel wird im Apparat gemessen und dann automatisch in den Verdampfer abgeführt, wobei die durchgeflossene Menge angezeigt oder aufgezeichnet wird, sodaß die Stundenleistung jederzeit festgestellt werden kann. Der Verflüssiger ist immer leer und seine Kühlflächen sind für die Verflüssigung verfügbar, sodaß der Arbeitsverbrauch des Verdichters auf das Mindestmaß herabgesetzt wird. Die Vorteile einer laufenden Aufzeichnung der jeweiligen Kälteleistung für die Ueberwachung der Anlage, für das Auffinden von Fehlern, sind ohne weiteres einleuchtend. Der Apparat führt die im Verflüssiger niedergeschlagene Flüssigkeit selbsttätig dem Verdampfer zu und ersetzt somit das Regelventil. Dadurch wird unabhängig von der Verdampfungstemperatur dem Verdampfer stets diejenige Flüssigkeitsmenge zugeführt, die der augenblicklichen Verdichterleistung entspricht. Das lästige Nachregeln bei Temperatursenkungen fällt weg und damit auch eine Fehlerquelle, die Leistung und Arbeitsverbrauch ungünstig beeinflussen. Die Anlage wird auf diese Weise auf die jeweilige Höchstleistung eingestellt, weil der Regler automatisch die bestmöglichste Temperaturdifferenz zwischen Verdampfer und herstellt.

Ueber die Verwendung des Rotsilber-Kühlautomaten „A-S" im chemischen Laboratorium.

Nach Angaben von
Prof. Dr. P. Askenasy, Karlsruhe.

Glas- oder Metallgefäße, in denen exotherme Reaktionen stattfinden, werden ausnahmslos in Eiswasser oder Mischungen von Eis und Kochsalz eingestellt. Die Kühlwirkung ist dabei sehr unbefriedigend und Temperaturkonstanz fast niemals zu erreichen. Nur in den seltensten Fällen kann man Eis unmittelbar den kühlenden Flüssigkeiten beimengen.

Abgesehen von der unbefriedigenden Kühlung läuft man dabei Gefahr, die zerbrechlichen Glasgefäße durch Anstoßen an Eisbrocken usw. zu zertrümmern.

Der Rotsilber-Kühlautomat »A-S« erlaubt, alle diese Unbequemlichkeiten auf einfachste Weise zu umgehen. Er entspricht vorzüglich den Anforderungen unbedingter Betriebssicherheit, vollständiger Gefahrlosigkeit und erfordert keine Wartung und Bedienung. Der Rotsilber-Kühlautomat »A-S« besteht aus zwei Hartbroncetrommeln, welche durch eine hohle Stahlwelle verbunden sind und in geschlossener Form, ohne Stopfbüchse und irgendwelche äußeren Leitungen das System einer Kühlanlage, bestehend aus Verdichter,

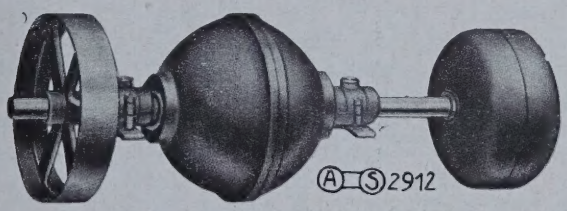


Abb. 1. Außenansicht eines nicht eingebauten Rot-Silber-Kühlautomaten „A-S"

Verflüssiger und Verdampfer bilden. Der Antrieb des Kühlautomaten erfolgt über eine Riemenscheibe, welche am äußeren Wellenende auf der Verdichterseite aufgekeilt ist. Man hat absichtlich auf unmittelbaren Antrieb durch einen eingebauten Elektromotor verzichtet, um sich überall den örtlichen Verhältnissen anpassen zu können. Die Verdichtertrommel läuft in einem Kühlwasserbehälter, dem die zur Abführung der Verflüssigungswärme benötigte Wassermenge zugeführt wird. Die Verdampfertrommel dreht sich in einem Solebehälter und kühlt die Sole nach Bedarf ab. Leitungsverluste wie sie bei normalen Anlagen mit getrenntem Aufbau von Verdichter, Verflüssiger und Verdampfer unvermeidlich sind, bleiben ausgeschlossen. Außerdem wird der Wirkungsgrad des Kreisprozesses durch Unterkühlung der verdampfenden Flüssigkeit, welche ständig in dünner Schicht die innere Trommelfläche bedeckt, sowie durch die ausgezeichnete Wärmeaufnahme aus der Sole infolge der großen Gleitgeschwindigkeit der drehenden Trommel besonders günstig beeinflußt.

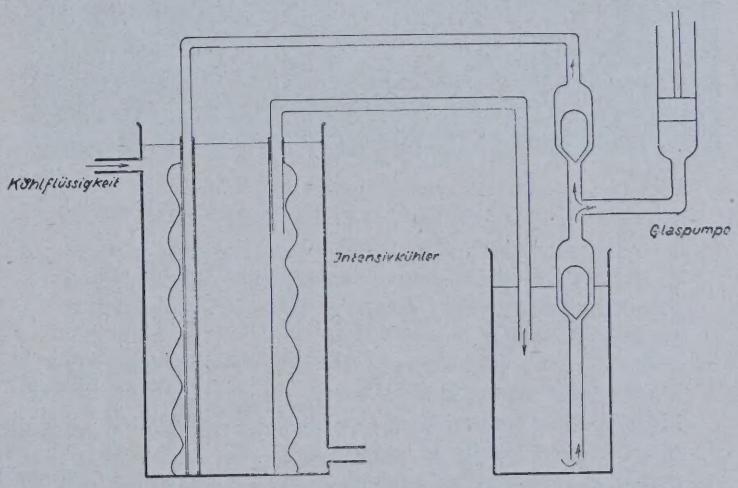
Die Maschine wird durch einen Handgriff am elektrischen Schalter bezw. durch Oeffnen des Kühlwasserzuflusses eingeschaltet. Eine weitere Beobachtung ist dann nicht mehr nötig, da sich der Kühlautomat vollkommen selbsttätig nach dem jeweiligen Kältebedarf einreguliert.

Es lag nahe, die Vorteile dieser Maschine auch m Chemischen Laboratorium nutzbar zu machen, in dem man bislang in der eingangs erwähnten nicht sehr befriedigenden Weise, mit Eis-Salzmischungen gearbeitet hat. Man geht hierbei so vor, daß man

a) des Reaktionsgefäß selbst kühlt oder b) den warmen Flüssigkeiten außerhalb des Reaktionsgefäßes in einem Intensivkühler die Wärme entzieht.

Fall a). Hier genügt es, an den Stutzen der Haube des Kühlautomaten einen Gummischlauch anzuschließen und die Kühllösung durch den eigenen Druck dem das Reaktionsgefäß umschließenden Kühlbecher, zweckmäßig einem Holzeimer zufließen zu lassen. Die Kühllösung kann einfach in den Bodenstutzen der Maschine zurücklaufen.

In den meisten Fällen tut man besser daran, die Kühllösung durch eine kleinen Rotationspumpe, wie sie etwa zum Fördern der Seifenlösung an jeder größeren Drehbank angebracht und in jedem Werkzeugmaschinen-Laden käuflich ist, der Eismaschine zu entnehmen und sie so mit einem Schlauch an die Stelle des Verbrauches zu bringen, von wo sie dann der Maschine von selbst wieder zuläuft.



Schematische Darstellung
einer Tiefkühlung von chemischen Reagenzien nach Angaben
des Chemisch-Technisch. Institutes der Technischen Hochschule
Karlsruhe

A.-S. 2964

Abb. 2.

Oefters wird man so arbeiten können, daß man die Kühllösung eine in die zu kühlende Flüssigkeit eingesetzte Schlange aus Blei, Aluminium oder Glas durchlaufen läßt.

Fall b). Häufig ist es viel bequemer nach Abb. 2 zu arbeiten. Der wärmeerzeugende Vorgang spielt sich in dem Reaktionsgefäß ab. Von dort saugt man durch eine kleine Pumpe ununterbrochen die warm werdende Flüssigkeit ab und drückt sie durch das Druckventil hindurch nach dem doppelwandigen Intensivkühler, der von der Kühllösung umflossen wird. Die Pumpe drückt dabei dauernd die beliebig tief gekühlte Reaktionsflüssigkeit aus dem Intensivkühler in das Reaktionsgefäß zurück.

Dieses Verfahren bietet den großen Vorteil, daß man ganz unabhängig von der Lage des Reaktionsgefäßes und ohne Inanspruchnahme von Raum an seinem Platze kühlen oder tiefkühlen kann, unter Verhältnissen also, wie sie sich gerade im Laboratorium sehr oft darbieten.

Für die Kühlung von stark sauren oder alkalischen Flüssigkeiten, die nur mit Glas in Berührung kommen dürfen, hat das Chemisch-Technische Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe eine Einrichtung entwickelt, welche von den Firmen Brown, Boveri & Cie., Mannheim (Rotsilber-Kühlautomat »A-S«) und von der Glashütte Emil Gundelach in Gehlberg, Thüringen (Glasteile) zur Ausführung gebracht worden ist und sich im Betrieb gut bewährt hat.

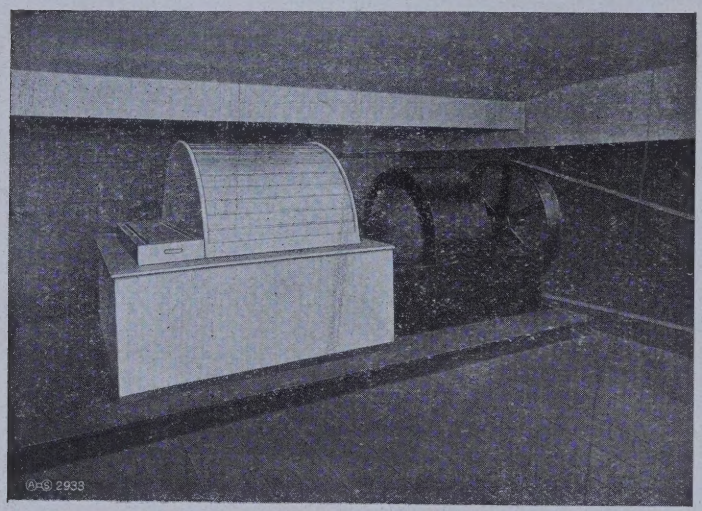


Abb. 3. Ausrüstung eines Rotsilber-Kühlautomaten „A-S" mit selbsttätiger Soleförderung ohne Mehrarbeitsverbrauch.

Eine nach Art einer großen Injektionsspritze gebaute, durch einen Elektromotor angetriebene Glaspumpe mit gläsernem Saug- und Druckventil fördert über Glasleitungen, Normal-, Schliff- oder Gummiverbindungen die ätzende Flüssigkeit nach einem Großoberflächen-Glaskühler und drückt sie zum Reaktionsgefäß zurück. Je nach der Eintauchtiefe des Ablaufrohres im Kühler kann man so Gesamtmengen von 0,5 bis 2 Liter und mehr Reaktionsflüssigkeit kühlen.

Das Aggregat wird ferner auf Verlangen mit einme besonderen, eine große Menge Kühllösung fassenden Kühlkasten versehen, ebenfalls Modell des Karlsruher Institutes, in das man auch sehr große Vorlagen bei Destillationen sowie andere Kühlgefäße z. B. zum Kühlen aktiver Kohle oder Silicagel bei der Absorption von Gasen bequem versenken kann. Der Kühlautomat fördert die Kühllösung dauernd durch diesen Kühlkasten ohne Mehrarbeitsverbrauch.

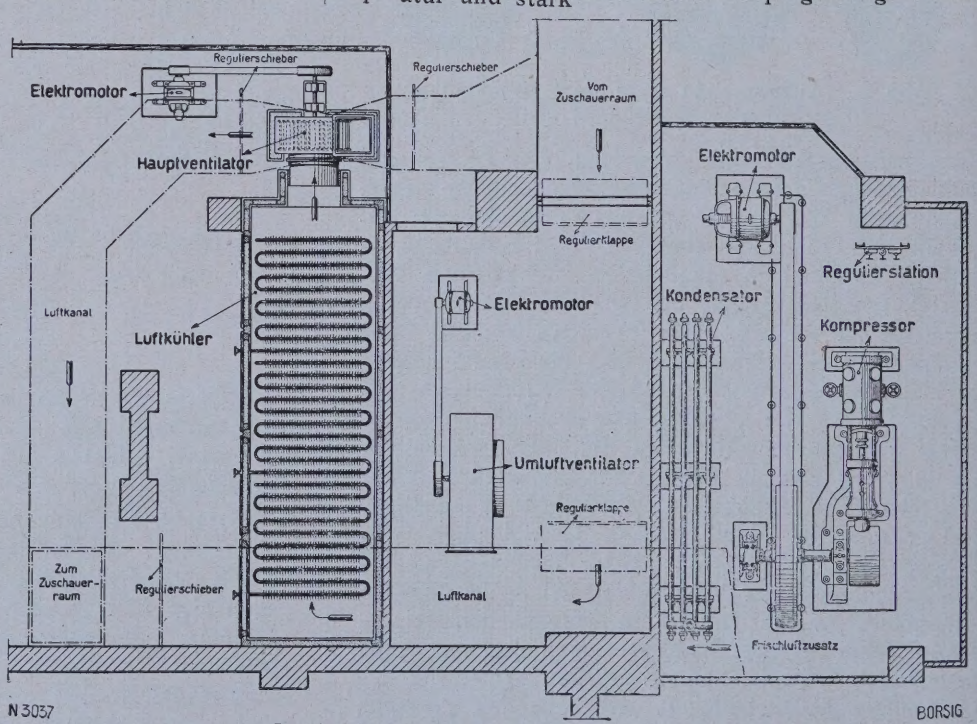
Künstliche Kühlung im Lichtspielhaus „Capitol" in Berlin.

Von Dipl. Ing. Soltner.

Wohl jeder Besucher eines Lichtspieltheaters hat die Erfahrung machen müssen, daß trotz des mitunter recht interessanten und unterhaltenden abrollenden Programms der Aufenthalt in dem geschlossenen Zuschauerraum keineswegs zu den Annehmlichkeiten gehört. Den Grund hierführ bildet trotz der in neuzeitlichen Theatern meist vorhandenen Belüftungseinrichtungen die mit fortschreitendem Programm stetig zunehmende Verschlechterung der Raumluft. Diese Verschlechterung erfolgt durch die ausgeatmete Luft und durch die Wasserdampf- und Wärmeabgabe des menschlichen Körpers. Um nun trotzdem den Besuchern des Theaters den Aufenthalt so angenehm wie möglich zu gestalten, hat die »Phöbus«-Film A. G. in ihrem Lichtspielhaus »Capitol« in Berlin in Verbindung mit der vorhandenen Heizungsanlage eine Kühlanlage aufgestellt, durch die eine Verschlechterung der Raumluft verhindert wird. Die Lieferung der Anlage erfolgte durch die A. Borsig G. m. b. H., Berlin Tegel, die auch für tropische Verhältnisse bereits ähnliche Anlagen geliefert hat.

Die hygienischen Bedingungen für einen angenehmen Aufenthalt in einem geschlossenen Vorführungsraum, der mit Menschen angefüllt ist, lauten: Einhaltung einer bestimmten Temperatur und eines bestimmten Feuchtigkeits und Kohlensäuregehalts der Luft.

Von besonderer Bedeutung ist der Wasserdampfgehalt der Luft, da bei zu großer Sättigung das bekannte drückende Gefühl der Schwüle und des Unbehagens auftritt. Es wird dies verständlicher, wenn man bedenkt, daß sich der Mensch bei einer höheren Temperatur der Luft mit normalem Feuchtigkeitsgehalt wohler fühlt als bei niedrigerer Temperatur und stark mit Wasserdampf gesättigter Luft.



Luftkühlanlage im Capitol

Die im »Capitol«, das ein Fassungsvermögen bis zu 1400 Personen und einen Rauminhalt von etwa 8000 m³ hat, eingebaute Kühlanlage besteht im wesentlichen aus einem Ammoniakverdichter, einem Gegenstrom-Verflüssiger, einem Luftkühler mit Ventilator und den erforderlichen Verbindungsleitungen bezw. Luftkanälen. Die maschinellen Einrichtungen befinden sich im Kellergeschoß unter der Vorhalle,

Der doppeltwirkende Ammoniak - Verdichter besitzt eine Leistung von 150000 kcal in der Stunde. Der Antrieb erfolgt durch einen 60 PS Drehstrommotor. Der für die Luftumwälzung bestimmte Ventilator weist eine Leistung von 24000 m^3 je Stunde auf. Um eine Uebertragung von Maschinengeräuschen auf den Zuschauerraum zu verhindern, sind der Verdichter mit Anschlußapparaten und der Ventilator besonders isoliert aufgestellt.

Der Ventilator saugt Frischluft durch den Luftkühler, in dessen Rohrsystemen Ammoniak verdamft, an. Da bei der Abkühlung der Luft der Taupunkt erheblich unterschritten wird, scheiden sich große Mengen Feuchtigkeit aus der Luft in Form von Reif an den Kühlflächen ab.

Die aus dem Luftkühler austretende gekühlte und entfeuchtete Luft wird durch die Luftkanäle dem Zuschauerraum unter der Decke und unter den Rangplätzen gleichmäßig verteilt zugeführt, mischt sich hier zum Teil mit der warmen Luft und rieselt infolge des größeren spezifischen Gewichtes wie ein feiner Regen auf das Publikum hinunter. Die auf dem Fußboden lagernde verbrauchte und mit Feuchtigkeit gesättigte Luft wird durch Kanäle, die sich im Parkett unter den Sitzreihen befinden, abgesaugt und über Dach ins Freie hinausgedrückt. Durch Verstellen der in der Abbildung gezeichneten Regulierklappen und Schieber kann man entweder nur Frischluft ansaugen und die Abluft unmittelbar ins Freie befördern oder aber einen Teil der Abluft der Frischluft wieder zusetzen. Maßgebend für die Art der Einstellung ist der in der abgesaugten Luft enthaltende Kohlensäuregehalt, da dieser in Ermangelung anderer Kennzeichen einen guten Masstab für die Reinheit der Atemluft liefert. Da bei der »Capitol« Anlage die Kühlanlage mit der Heizungsanlage in Verbindung steht, können die vorhandenen drei Ventilatoren getrennt oder gemeinsam für die Be- und Entlüftung bezw. Umluftventilation in Benutzung genommen werden.

Die Regelung der Kühlung und des Frischluftzusatzes erfolgt so, daß die Temperatur über den Sitzreihen + 22 bis + 23 Grad Cels. beträgt, der Feuchtigkeitsgehalt im Zuschauerraum 70 bis 75 % nicht überschreitet und der Kohlensäuregehalt der abgesaugten Luft nicht über 1,5 Liter im Cubikmeter Luft steigt. Besonders wird darauf geachtet, daß die Luft keinesfalls derart tief abgekühlt wird, daß etwa ein Gefühl von Kälte oder von Zug auftreten könnte.

Damit der Besucher bereits beim Betreten des Theaters eine angenehme Raumluft vorfindet, wird die Luft vor Beginn der Vorstellung abgekühlt, wobei die Luft ohne Frischluftzusatz umgewälzt wird. Entgegen der Betriebsweise während der Vorstellung wird in diesem Falle das gesamte Luftvolumen unter der Decke abgesaugt, im Luftkühler gekühlt und getrocknet und danach dem Raume durch die Oeffnungen im Fußboden wieder zugeführt.

Leistungsversuche an einer Kleinkältemaschine der Maschinenfabrik Esslingen.

Herr Professor R. Stückle an der Technischen Hochschule in Stuttgart hat eine Maschine von rund 10000 kcal/h Nettokälteleistung der Maschinenfabrik Esslingen untersucht. Aus dem ins Einzelne gehenden Versuchsbericht sei Folgendes hervorgehoben:

Die Maschine, bezeichnet mit T 12, ist eine durch Elektromotor mittels Riemen angetriebene Ammoniak-Kältemaschine in Verbindung mit Doppelrohr-Gegenstrom-Verflüssiger und Kleineiserzeuger.

Der Verdichter ist stehender Bauart, einfach wirkend, mit Kreuzkopfführung. Das Saugventil ist im Kolben untergebracht. Der beiderseits geschlossene Zylinder hat auf der Saugseite durchgehende Kolbenstange und Abdichtung durch eine Weichmetallstopfbüchse. Da die Kolbenunterseite unter Saugdruck steht und außerdem das Zylinderöl sich über der Stopfbüchse sammeln kann, ist gasdichter Abschluß leicht zu erreichen. Kurbelwelle, Kurbel- und Kreuzkopfzapfen laufen in dicht verschließbarem Gehäuse und erhalten reichliche Oelzufuhr zur Schmierung. Der Oelabscheider ist unmittelbar hinter dem Zylinder in die Druckleitung eingebaut.

Zylinderdurchmesser nach Angabe 120 mm, Kolbenhub ebenfalls 120 mm.

Das unterste Rohr des Verflüssigers ist als Flüssigkeitssammler ausgebildet. Die wassergekühlte Oberfläche des Verflüssigers beträgt bei 8 wasserführenden Rohren von 3,5 m Länge und 41,5 mm lichter Weite. 3,7 m^2.

Der zu den Versuchen verwendete Verdampfer ist ein seitlich und unten gut isolierter sowie oben mit Brettern abgedeckter Eisbildner, aus dem die Zellen entfernt waren. Die Kühlfläche besteht aus 4 senkrecht stehenden Flachschlangen von je 8 Windungen mit zusammen rund 122 m Länge, 18,5 mm innerem und 26,5 mm äußerem Rohrdurchmesser. Die soleberührte Kühlfläche beträgt 10,1 m^2. Ein Rührwerk sorgt für genügende Bewegung der Sole.

Als Kälteträger im Verdampfer wurde Reinhartin verwendet. Es waren nach Angabe in den Verdampfer 2053 kg dieses Mittels eingefüllt; die Spiegelhöhe betrug dabei 920 mm.

Zur Bestimmung der Netto-Kälteleistung wurde das im Verdampfer gekühlte Reinhartin durch eine besondere Pumpe in einen Behälter gehoben, in dem es durch eine Dampfschlange wiedererwärmt wurde. Von diesem Behälter floß das Reinhartin bei möglichst gleich gehaltener Spiegelhöhe durch eine Ponceletöffnung in den Verdampfer zurück.

Zur Bestimmung der Brutto-Kälteleistung wurde anschließend an den Versuch ein einstündiger Einstrahlungsversuch durchgeführt.

Bei abgestelltem Verdichter und in Betrieb befindlichem Rührwerk wurde die Zunahme der Temperatur des Reinhartins an 3 Stellen des Verdampfers festgestellt.

Drehzahl des Verdichters	297/min.
Druckspannung	9,2 ata (21,6° C)
Saugspannung	2,75 ata (—11,85°)
Temperatur des Ammoniaks vor dem Zylinder	—10,95°
Temperatur im Druckrohr hinter d. Zylinder	+ 53,5°
Indizierte Leistung	3,29 PS_i
Volumetrischer Wirkungsgrad	90,2
Vom Verdichter aufgenommene Leistung	4,02 PS_e
Mechanischer Wirkungsgrad des Verdichters	81,8%
Temperatur des zufließenden Kühlwassers	12,66
Temperatur des abfließenden Kühlwassers	20,38°
Kühlwassermenge	1748 kg/h

Temperatur des Ammoniaks v. d. R.	16,7°
Verflüssigerleistung	13683 kcal/h
Ausstrahlung der Druckleitung	135 kcal/h
Nettokälteleistung	10545 kcal/h
Bruttokälteleistung Q_0	11725 kcal/h
Kälteleistung der verlustlosen Maschine	15021 kcal/h
Lieferungsgrad $\lambda =$	78,06 %

Spezifische Kälteleistung der verlustlosen Maschine K_{th} $= 4329$ kcal/h PS_i

Tatsächliche spezifische Bruttokälteleistung $K = \frac{Q_0}{N_i}$ $= 3564$ kcal/h PS_i

Indizierter Wirkungsgrad $\eta_i = \frac{K}{K_{th}}$ $= 82{,}3\,\%$

Nettokälteleistung für 1 PS_e $= 2623$ kcal/h PS_e.

Energiemessung von Kolbenmaschinen

Von Baurat Dipl.-Ing. Jul. Oelschläger, Wismar a. O.

Zur Bestimmung der indizierten Arbeit in Kolbenmaschinen wird der Indikator verwandt. Seine Angaben sind bei verhältnismäßig niedrigen Drehzahlen einwandfrei, da die Massenbeschleunigung des Schreibgestänges und der Trommel vernachlässigt werden kann. Ein neuerer Indikator ist in Abb. 1 dargestellt.

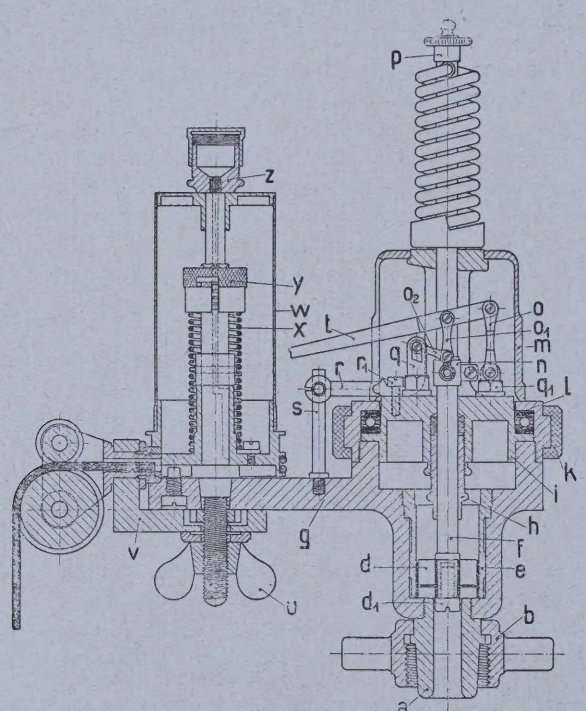


Abb. 1. Indikator nach Lehmann.

Er hat eine hohle Kolbenstange, die an keiner Stelle durchbohrt ist. Sie hat neben geringstem Gewicht den Vorteil, dadurch gegen Verbiegen größte Sicherheit zu besitzen. Bemerkenswert ist der Momentverschluß, durch den es möglich ist, mittels Druck eines Fingers der Hand mit dieser einen Hand den Indikator auseinanderzunehmen, so daß Cylinder und Kolben nachgesehen werden können. Bei höheren Umlaufzahlen wird die Trommel mit einer Abhebevorrichtung versehen. Bei z ist dann noch eine Mutter mit Schraube angebracht, die im Betrieb die Trommel hochschrauben läßt. Sie hängt dadurch frei in der Axe, so daß das Diagrammpapier in Ruhe ausgewechselt werden kann. Beim Niederschrauben erfolgt zwangläufige Kupplung mit der Antriebvorrichtung.

Bei höheren Drehzahlen folgt der Fehler $\triangle p$ der Anzeige nach der Formel

$$\triangle p_{max.} = \frac{dp}{dt}\sqrt{\frac{m}{c}},$$

wo p der Druck in kg/cm²,
t die Zeit in Sekunden,
m die Masse in kg/9,81
c die Rückstellkraft in kg/m

ist. Der Wert m kann aus Konstruktions- und Festigkeits-Gründen eine bestimmte Größe nicht unterschreiten. Man hat daher den Wert c vergrößert. Diese Lösung findet sich in dem Stabfeder-Indikator von Maihak; daselbst wird die Schraubenfeder durch eine Stabfeder ersetzt. Einen andern Weg beschreitet Juhasz. Er macht den Wert dp verschwindend klein. Dadurch erreicht man $\triangle p_{max.}$ annähernd gleich Null. Dies geschieht dadurch, daß man (Abb. 2) zwischen

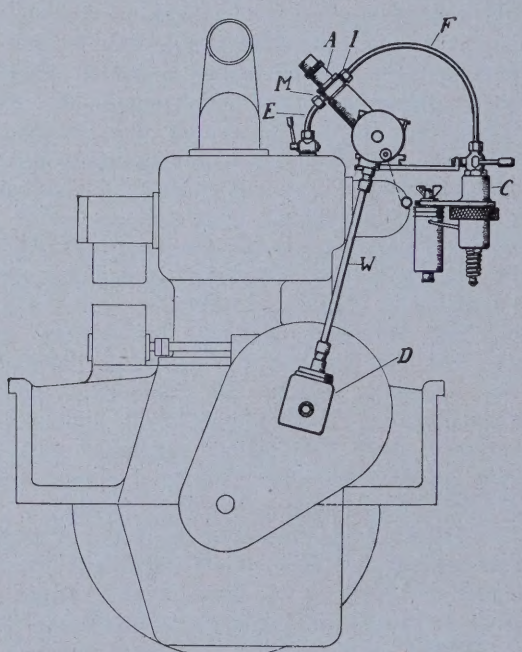


Abb. 2. Juhasz-Indiziervorrichtung.

einen normalen Indikator und den Cylinder der Maschine einen Apparat A einschaltet. Dieser öffnet bei jedem Arbeitsspiel im Cylinder die Verbindung zwischen diesen und dem Indikatorzylinder nur einen Bruchteil einer Sekunde. Der Kolben des Indikatorzylinders wird dann nur um eine sehr kleine Strecke bewegt; die Beschleunigung infolge der geringen Druckzunahme gegen die vorhergehende Stellung ist verschwindend. Nach Abschluß durch das Organ A bleibt der Druck im Indikator und der mit Oel gefüllten Röhre F erhalten, bis ein neues Arbeitsspiel beginnt. Das Getriebe D-W betätigt von der Welle aus sowohl die Juhasz-Vorrichtung A als auch den Indikator C. Die durch Zwischenschaltung der Juhasz-Vorrichtung erhaltenen Diagramme erhalten die Größe normaler Indikatordiagramme, wobei die Einflüsse der bewegten Massen ausgeschaltet sind. Abb. 3 zeigt das Diagramm eines Zweitaktmotors zum Antrieb eines Schnelläufer-Verdichters.

Während der Indikator in erster Linie zur Untersuchung der Arbeitsvorgänge im Cylinder der Dampfmaschine, des Motors, Verdichters oder Pumpe

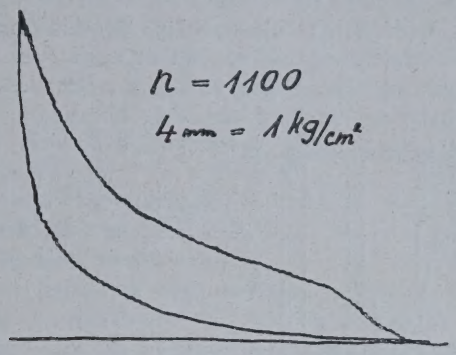


Abb. 3. Diagramm.

dient, hat der Arbeitszähler den Zweck, die gesamte, in einer bestimmten Zeit umgesetzte Energie zu messen; daraus läßt sich dann die mittlere Belastung bestimmen. Abb. 4 zeigt den Gümbel'schen Arbeits-

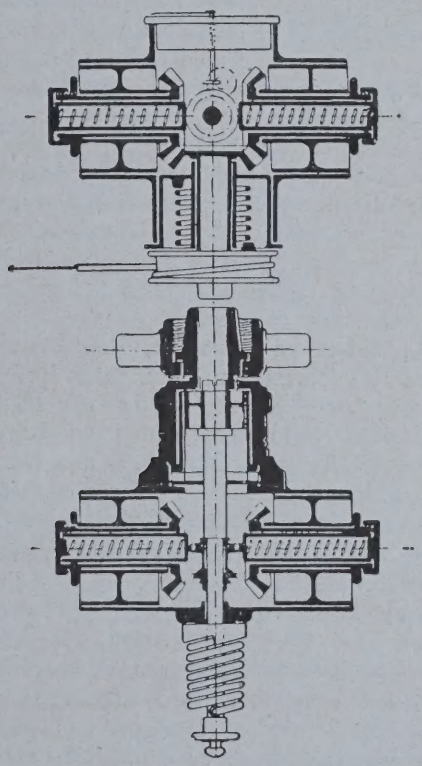


Abb. 4. Schnitt durch den Gümbel'schen Arbeitszähler.

zähler im Schnitt, Abb. 5 in Ansicht. Auf der Indikatorkolbenstange sitzt ein Meßrad, das durch Planscheiben, die von der Indikatorantriebvorrichtung bedient werden, gedreht wird. Diese Drehgeschwindigkeit ändert sich mit dem Hub des Indikatorkolbens und ist proportional der umgesetzten Arbeit. Die Drehungen werden an einem Zählwerk registriert. Man erhält dadurch die Beziehung:

$$N_i' = N_i \cdot t = \text{konst. } n,$$

wo N_i' die in der Zeit t umgesetzte indizierte Arbeit in $PS_i \times$ Std.,
N_i die mittlere indizierte Arbeit in PS_i/Std., konst. eine Konstante und
n die Ablesungsdifferenz am Zählwerk in der Zeit t ist.

Zu beachten ist hierbei, daß nur die gesamte in einer bestimmten Zeit umgesetzte indizierte Arbeit und die mittlere Leistung zu bestimmen ist, jedoch lassen sich die Belastungsschwankungen nicht ablesen.

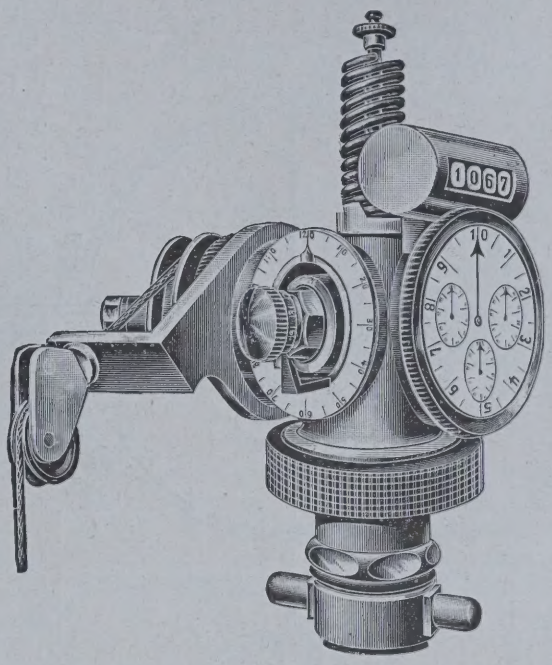


Abb. 5. Gümbel'scher Arbeitszähler.

Wenn die Dampfmaschine von 100 PS_e für einen Verdichter das eine Mal 5 Std. 100 PS_e leisten muß, ein anderes Mal 16 Std. 25 PS_e, so zeigt der Leistungszähler beide Mal denselben Wert an. Bei 87% mittleren mechanischen Wirkungsgrad ist im ersten Falle die indizierte Leistung $\frac{100}{0{,}87} \cdot 5 = 575\,PS_i$ bei 500 PS_e effektiver Leistung, während im zweiten Falle die indizierte Leistung ebenfalls $(25 + \frac{100}{0{,}87} - 100) \cdot 16 = 575\ PS_i$ bei nur 400 PS_e ist. Wechselt die Belastung in verschiedenen Grenzen, so ist die Anzeige noch vieldeutiger. Richtig ist immer die Angabe der in der bestimmten Zeit umgesetzten, gesamten, indizierten Arbeit; der Wechsel in der Belastung ist jedoch nicht zu erkennen.

Hier schafft der Mitteldruckindikator oder das Pi-Meter nach Dr. Ing. Geiger, Abb. 6, Abhilfe. Es zeigt direkt den jeweils in der Maschine herschenden mittleren, indizierten Kolbendruck auf $^1/_{100}$ at. genau an. Bei ganz langsam laufenden Maschinen schwankt der Zeiger um $\pm\,^2/_{100}$ at. hin und her. Das Prinzip des Instruments ist aus Abb. 6 ersichtlich. Die Indikatorkolbenstange ist durch Hebelwerk und Zahngetriebe mit dem Schwungrad e verbunden. Das Schwungrad läuft in einer Oeldämpfung. Die Verbindung vom Schwungrad nach dem Zeiger ist elastisch und hat noch eine zweite Dämpfung. Infolge der geringen Eigenschwingungszahl dieses Systems springt es nicht mehr auf die vielfachen Schwingungen an, die den Kolbendruck bedingen. Das Schwungrad nimmt einen Ausschlag an, der dem mittleren, indizierten Druck, auf den sich der Indikatorkolben einstellt, entspricht. Damit ergibt sich dann die indizierte Leistung der Maschine zu

$$N_i = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot S \cdot n \cdot p_i}{18000} = \text{konst. } p_i,$$

mit D als Cylinderdurchmesser in cm,
S als Kolbenhub in m,
n als minutlicher Drehzahl
p_i als Ablesung am Instrument in kg/cm²
für ein Arbeitsspiel pro Umdrehung.

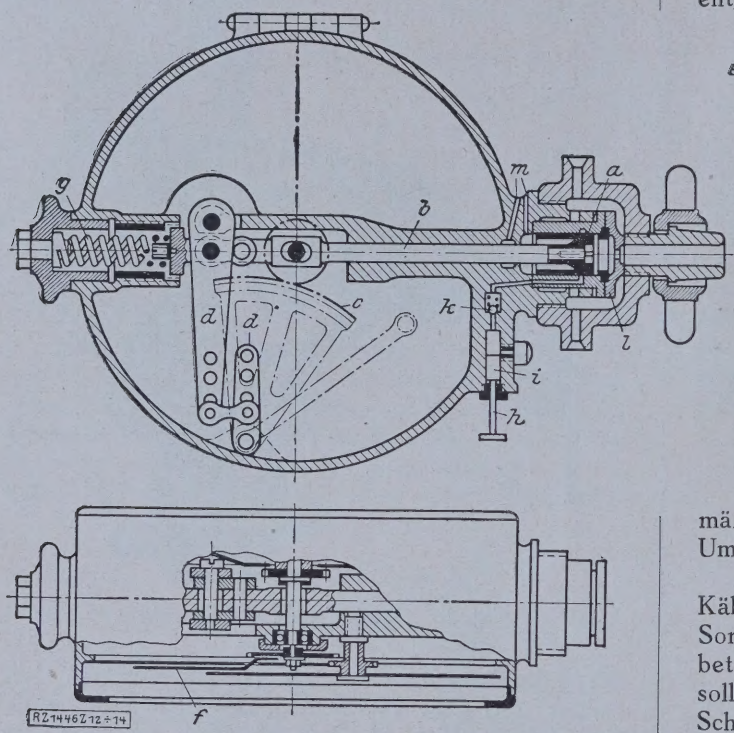


Abb. 6. Schnitt durch das Pi-Meter.

Hierdurch ist ein Instrument gegeben, das unmittelbar die Belastung im Cylinder einer Kolbenmaschine anzeigt.

Durch Indikator zur besonderen Prüfung der innern Arbeitsvorgänge, Arbeitszähler zur Festlegung der Arbeit in einer Zeitspanne und Pi-Meter zur Belastungsangabe kann die vollkommene Ueberwachung einer Kolbenmaschinenanlage bezügl. der Energieverhältnisse erreicht werden.

Kältemaschinen auf der Technischen Frühjahrsmesse in Leipzig 1928.

Von Dr. Bleick.

Die große Technische Messe in Leipzig bringt die Verwirklichung eines alten Planes des Vereines Deutscher Maschinenbau-Anstalten, als Spitzenverband des Deutschen Maschinenbaues in die weitere Entwicklung und den planmäßigen Aufbau der Technischen Messe, soweit die Belange der von ihm vertretenen Industrie in Frage kommen, selbst einzugreifen.

Er hat zu diesem Zwecke zunächst für drei Jahre die Hallen 6, 8 und 21 in eigene Regie übernommen und zur Durchführung der Ausstellungsarbeiten die »Allmaschau« (Allgemeine Maschinen- und Apparateschau G. m. b. H.) gegründet.

Bereits im Jahre 1927 leitete der VDMA durch Vermittlung des Messeamtes eine Zusammenfassung der in den früheren Jahren verstreut ausgestellten Maschinen und Apparate zu geschlossenen Gruppen in den einzelnen Hallen ein. Die möglichst restlose Durchführung dieser Gruppierung hat die Allmaschau als eine der wichtigsten Aufgaben in diesem Jahre angesehen. Weiter hat sie dafür Sorge getragen, daß das Gesamtbild der ihr anvertrauten Hallen nicht durch überflüssige Trennwände zwischen den einzelnen Plätzen und durch übermäßige Beschilderung der Stände beeinträchtigt wird. Wenn auch der völligen Durchführung aller Pläne sich noch Schwierigkeiten entgegenstellen, so ist doch schon für dieses Jahr zu erwarten, daß sich in den Hallen 6, 8 und 21 ein ziemlich geschlossenes und einheitliches Bild der einzelnen Gruppen des Maschinenbaues dem Besucher darbieten wird.

In der Halle 6 werden Kühlmaschinen und Kälteanlagen ausgestellt. Da die gleiche Halle auch die Maschinen der Nahrungs- und Genußmittelindustrie aufnimmt, ist damit für die Kältemaschinen-Ausstellung, in der die bedeutendsten Kältefirmen mit ihren Erzeugnissen vertreten sein werden, eine sehr zweckmäßig und für den Erfolg der Ausstellung wichtige Umgebung geschaffen.

Im Zusammenhang mit dieser Ausstellung von Kältemaschinen ist vom Leipziger Messeamt eine Sonderveranstaltung »Kältetechnik in Nahrungsmittelbetrieben« vorgesehen. In verschiedenen Vorträgen soll Erzeugung und Verwendung der Kälte sowie Schädlings- und Fäulnisbekämpfung durch Kälte besonders behandelt werden.

Es ist somit zu erwarten, daß die diesjährige technische Frühjahrsmesse einen guten Boden für die Verbreiterung des Absatzgebietes von Kälteanlagen abgeben wird, besonders aber von Klein-Kältemaschinen, die heute für Nahrungs- und Genußmittelbetriebe, Bäckereien, Fleischereien usw., selbst auch für Haushaltungen beinahe unentbehrlich geworden sind.

Wie in den beiden früheren Jahren hat der VDMA in der Halle 18, am Eingang zum Gelände der Technischen Messe, seine Zentral-Auskunftsstelle für Maschinen und Apparate errichtet, in der in- und ausländischen Besuchern Bezugsquellen für Maschinen nachgewiesen werden. Die Auskunftsstelle verfügt über einen Stab von Dolmetschern und eine umfangreiche Katalogsammlung. Sie dürfte, wie auch in früheren Jahren, wertvolle Beziehungen zwischen Herstellern und Abnehmern in die Wege leiten.

Die Kältemaschine der „Grünen Woche".

In der ausgedehnten und vielseitigen landwirtschaftlichen Ausstellung in Berlin waren die Kältemaschinen in einer ihrer Bedeutung im landwirtschaftlichen Haushalt entsprechenden Weise vertreten, wobei es sich also um kleine und kleinste Leistungen handelt. Es wurden hauptsächlich Kühlschränke aber auch nicht eingebaute Kleinkältemaschinen zur Milchkühlung gezeigt und zwar zum großen Teil im Betrieb.

Die Gesellschaft für Lindes Eismaschinen, Wiesbaden (vereinigt mit Maschinenfabrik Sürth, G.

H. Walb, M. A. N., L. A. Riedinger, Maschinenfabrik Eßlingen) zeigte außer einigen Autopolar-Schränken eine Milchkühlanlage für 500 Liter Stundenleistung mit Solekühlung und eine solche für 1500 l/h für unmittelbare Ammoniakverdampfung. Besonders interessant war eine Obstkühlanlage für einen Raum von 50 m^2 Grundfläche und 2,6 m Höhe mit einer Rheinland-Maschine für 1500 kcal/h mit Soleröhren an der Decke. Ferner ein Schrank zum Kalthalten von Tulpenzwiebeln.

Borsig-Mannesmann, Berlin, hatten eine Anzahl größerer und kleinerer Schränke und einen Kühlraum ausgestellt und zwar sowohl mit Verdichtungs- als auch mit Absorptionsmaschinen.

Brown, Boverie & Cie., Mannheim, zeigten unter anderem einen großen Schrank für den Haushalt verbunden mit einer Milchkühlanlage mit Solespeicher zur Ausnutzung des billigen Nachtstromes. Die Maschine kühlt in der Nacht den Inhalt des in den Schrank eingebauten Behälters ab, so daß am Morgen eine große Kältemenge für die Milchkühlung zur Verfügung steht.

Die »Frigidaire« G. m. b. H., Berlin, zeigte eine große Anzahl ihrer Kühlschränke in allen Größen.

Ebenso hatten Bamberger, Leroi & Co., Berlin, zusammen mit ihrem autorisierten Vertreter H. Henseler verschiedene Schränke ausgestellt, die die Aufmerksamkeit der Besucher erregten.

Die Firma Elektrolux, G. m. b. H., Berlin, zeigte innerhalb einer größeren Ausstellung ihrer Erzeugnisse auch ihren Kühlschrank mit Platen-Munters-Maschinen.

Den Anforderungen der Milchkühlung besonders angepaßt war die Absorptionsmaschine mit wechselndem Betrieb »Mika« der Kleinkälteindustrie Union G. m. b. H., Berlin.

Ebenfalls auf einen Milchkühler arbeitete die Maschine von »Hansa« Kälte-Industrie G.m.b.H., Bergedorf, mit Aethylchlorid als Kältemittel und Kapselverdichter.

Neben Maschinenkühlanlagen zeigten A. Simonsen Inh. R. Bertuch, Berlin-Lichtenberg, und Hermann Denecke senior, Berlin-Laukwitz, Eisschränke, die ja noch keineswegs verschwunden sind, namentlich nicht auf dem Lande.

Die Ausstellung der Kältemaschinen und der Schränke machten im ganzen und im einzelnen einen recht guten Eindruck. Die meist glänzend weiß lackierten Schränke mit ihren blanken, kräftigen Beschlägen, die geräuschlos arbeitenden Maschinen erweckten den Eindruck guter Arbeit, und die mit Reif bedeckten Namenszüge der Firmen und gekühlten Schränke zeigten dem Publikum, daß die Maschinen auch wirklich Kälte machten.

Das Interesse der Landwirte an unserer Industrie war recht groß, und es ist nur zu hoffen, daß die erteilten Aufträge die Unkosten der Ausstellung gelohnt haben. Kr.

Zeitschriftenbericht.

Kälteverwendung.

Künstliche Kühlung in Malzfabriken. M. Toller. Tageszeitung für Brauerei Nr. 249. 1927.

Beschreibung der verschiedenen Verfahren des Mälzens, Tennen- und Trommelmälzung. Die Temperatur auf den Tennen soll 10 bis 15° C betragen, und erreicht in aufgeschütteten Haufen bis +20°. Um von der Außentemperatur unabhängig zu sein, werden die Räume im Sommer gekühlt. Man kann infolgedessen die Räume voll ausnützen und eine höhere Produktion erzielen als ohne Kühlanlage. Die Räume werden durch Solerohre gekühlt. In der Trommelmälzerei wird die durch die Atmung der Gerste erzeugte Wärme durch wassergekühlte Luft abgeführt, die durch die Trommeln geblasen wird. In der beschriebenen Anlage wird die Luft zuerst in einem mit gewöhnlichem Wasser beschickten Kühlturm vorgekühlt und durch einen zweiten nachgekühlt, auf den durch Maschinen auf 0° C gekühltes Wasser geleitet wird. Beide Kühler bestehen aus senkrechten Kammern, in welchen das mittels Düsen zerstäubte Wasser frei herabfällt und dabei die Luft kühlt. Bei diesem Verfahren wird die Luft nicht nur mit Feuchtigkeit gesättigt, sondern trägt eine erhebliche Menge Wasser in Form von Nebel mit in die Trommeln, so daß das Keimgut angefeuchtet wird. In einer Mälzerei von einer Jahresproduktion von 100000 Zentnern Malz beträgt die verarbeitete Menge Gerste 130000 Zentner. Die erforderliche Bodenfläche zum Mälzen beträgt bei einer Betriebszeit von 8 Monaten im Jahr, bei einer Keimzeit von 8 Tagen und einer Schütthöhe von 10 cm rund 7600 m^2 für 100000 Zentner Malz im Jahr. Wird aber dieselbe Anlage mit künstlicher Kühlung versehen, so kann die Arbeit 16 Monate im Jahr durchgeführt werden und nur in der heißesten Zeit wird der Betrieb einen Monat zur Instandsetzung der Darren und Tennen unterbrochen. Die Produktion der Anlage kann also um 37,5% erhöht werden. Man kann auch wegen der besseren Kühlung die Haufen höher schütten und die Mehrerzeugung auf 45 bis 50% bringen Der Kälteverbrauch wird für eine Anlage zur Verarbeitung von täglich 27100 kg Gerste (130000 Zentnern in 8 Monaten) berechnet, und zwar werden etwa 5850000 kcal/Tag durch die Atmung erzeugt und schätzungsweise 2150000 kcal/Tag gehen durch Wärmeeinstrahlung verloren, sodaß täglich 8000000 kcal abzuführen sind. Die Maschinenanlage wird man für etwa 400000 kcal/h bemessen. Der Aufwand für elektrischen Strom beträgt höchstens 30 Pfennig pro Zentner Malz, und wenn man Dieselantrieb hat, beträgt der Aufpreis nur 15 Pfennig und weniger. Dabei ist noch nicht berücksichtigt, daß die Generalunkosten der Mälzerei infolge der Erhöhung der Erzeugung um 37,5% sinken.

Die beschriebenen Kältemaschinen sind von A. Borsig, Berlin, geliefert. Kr.

Die Möglichkeit der Kühlung von Lieferungswagen für Eiskrem. Smith und L. J. Darmstadt. Refrigerating Engineering, **14**, 5, November 1927.

Bisher wurden folgende Verfahren zur Kühlhaltung von Eiskrem benutzt:

1. Isolierung durch Wärmeschutzmassen, die in wasserdichte Stoffe eingehüllt und um die einzelnen Behälter herumgelegt wurden.

   Das Verfahren ist ungeeignet.
2. Eine Salz-Eis-Mischung wird rund um die Behältre gelegt. Ungeeignet.
3. Metallbehälter, cartrigdes-Patronen genannt, werden mit einer Salzlösung gefüllt, bei —15° C ge-

froren, und dienen als Kühlkörper. Schwierigkeit in der Behandlung und starke Abnutzung lassen auch dieses Verfahren ungeeignet erscheinen.

4. Bei manchen Wagen ist der Kasten an den Wänden und am Boden isoliert, während die Decke von einem Behälter mit gewelltem Boden gebildet ist, der mit Eis und Salz gefüllt ist. Zuweilen sind an den Behältern Rohrschlangen angeschlossen, die die Kühlfläche vergrößern und in denen sich Sole befindet. Durch die Stöße bei der Fahrt und ein System von Klappen wird eine gewisse Solegeschwindigkeit erreicht. Die Kühlung durch den Behälterboden allein genügt nicht. Die Zusatzrohre machen den Wagen schwer, teuer und unbequem.
5. In neuerer Zeit wird feste Kohlensäure als Kühlmittel von isolierten Wagenkästen benutzt. Die Eignung ist begrenzt durch den hohen Preis und die Beschaffungsmöglichkeit.
6. Bei der verbreitesten und geeignetsten Anordnung sind Wände und Decke von Behältern gebildet, die mit Eis und Salz gefüllt werden. Man kann hier -19^0 C erreichen.

Ein Anreiz zur Einführung künstlicher Kühlung liegt darin, daß bei ihr die starke Abnutzung der Wagen infolge der Einwirkung von Eis und Salz verschwinden würde. Es liegen folgende Möglichkeiten vor:

1. der mechanische Antrieb erfolgt vom Wagenmotor oder dem Getriebe aus.
2. die vom Motor angetriebene Dynamo wird so vergrößert, daß sie den Betriebsstrom für die Kältemaschine mitliefert. Dabei kann eine Pufferbatterie angeordnet sein.
3. bei elektrisch betriebenen Wagen wird man auch die Kältemaschine von der Betriebsbatterie aus versorgen.
4. der Antrieb könnte durch einen besonderen Motor erfolgen.
5. Man könnte die Wärme der Auspuffgase zum Betrieb einer Absorptionsmaschine benützen.

Von einer Kältemaschine würde man verlangen müssen, daß sie den Wagen auf etwa -9^0 C kühlte, während es erwünscht wäre, -20^0 C zu erreichen. Bei Temperaturen über -9^0 C besteht die Gefahr der Volumenverminderung des Sahneneises.

Es wurden 4 Wagen untersucht.

1. Raum 72"×60", 34" hoch, alles innen gemessen, isoliert durch 6" Kork. Zur Kühlung diente eine luftgekühlte Chlormethylmaschine von 600 Normalkalorien Stundenleistung mit ½ PS Elektromotor. Bei einer Außentemperatur von 17^0 C sank die Innentemperatur innerhalb 4½ Stunden auf $-11{,}5^0$ C. Nach 24stündigem Betrieb zeigte das selbstschreibende Thermometer 3 Stunden nach seinem Einbringen -14^0 C bei 15^0 C Außentemperatur Nachher wurde die Tür 3 Stunden lang alle 15 Minuten auf 1 Minute geöffnet. Es stellten sich $-13{,}5^0$ C ein.
2. Bei einem anderen Versuch hatte der Kühlraum 51"×80" Grundfläche und war allseitig mit 6 cm Kork isoliert. 160 m Kühlrohr von ½"∅ waren angeordnet. Auch hier hatte die Kältemaschine eine Leistung von 600 Normalkalorien/h. Der Versuch wurde im Anschluß an eine Arbeitsschicht gemacht. Bei 20^0 C außen konnte die Temperatur in der Mitte des Kühlraums nicht unter -8^0 C gebracht werden und betrug im Mittel $-6{,}7^0$. Wenn auch das im Wagen befindliche Sahneneis nicht gelitten hatte, muß die Anlage als nicht befriedigend bezeichnet werden.
3. Die nächste Prüfung bezog sich auf einen Wagen mit allseitiger Kühlung durch Eis und einem Zusatz von 25% Salz. Die Temperatur senkte sich von $+4{,}5^0$ innerhalb 4½ Stunden auf $-16{,}5$ C (Soletemperatur -15^0 C). Bis dahin hatten sich 112 kg Schmelzwasser gebildet. Im weiteren Verlauf sank die Temperatur noch. Im Raum herrschten $16-17^0$ C. Stieg die Außentemperatur bis $+35^0$ C so wuchs lediglich die Menge des Schmelzwassers, nicht aber die Innentemperatur.
4. Auch bei einem weiteren eisgekühlten Wagen zeigten sich gute Temperaturverhältnisse.

Der Verfasser machte Versuche mit stückigem und mit zu grobem Pulver gemahlenem Steinsalz sowie mit gereinigtem Salz und bekam folgende Temperaturen:

Salzgehalt %	Steinsalz in Stücken	Steinsalz gemahlen	Gereinigtes Salz
20	-15^0 C	-19^0	-20^0
25	$-18{,}8^0$	$-20{,}4^0$	$-20{,}8^0$
30	$-18{,}9^0$	$-21{,}1^0$	$-21{,}3^0$

Berichtigung.

Im Heft I dieses Jahrgangs unserer Zeitschrift für die gesamte Kälteindustrie ist auf Seite 9 am Kopfe der letzten Spalte der »Tabelle über die Kühlhausbestände an Fisch« ein sinnstörender Druckfehler aus dem Originalaufsatz übernommen worden. Es muß am Kopfe der letzten Spalte heißen statt: »Eingefrorene Fische vom 16. 6. 26—15. 6. 27«. »Eingefrorene Fische vom 15. **6. 27**—15. **7. 27**«.

Patentberichte.

Anmeldungen.

17a, 8. P. 52434. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11, Verfahren zum Betriebe von Absorptionskälteapparaten für Dauerbetrieb mit druckausgleichendem Hilfsgas. 9. 3. 26.

17a, 8. P. 55523. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan. Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Vorrichtung zur Förderung der Absorptionsflüssigkeit in Absorptionskälteapparaten. 22. 6. 27. V. St. Amerika 8. 1. 27.

17a, 9. T. 30. 992. Geza Tippecska, München. Schraudolphstr. 2. Drehbare Absorptionsmaschine für periodischen Betrieb. 31. 10. 25.

17a, 17. K. 86360. Dr.-Ing. Albert Klein, Stuttgart, Panoramastr. 23. Verfahren zur Entfernung von Luft aus dem Kältemittelkreislauf in Kühlsystemen. 22. 6. 23.

17a, 8. P. 53265. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmer-

mann und Dipl.-Ing. E. Jourdon, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verfahren zum Betriebe von Absorptionskälteapparaten. 26. 7. 26.

17a, 8. S. 71875. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges., Berlin-Siemensstadt. Absorptionsmaschine. 17. 10. 25.

17a, 14. St. 41535. Dipl.-Ing. Gustav Strobl, Magdeburg, Breiteweg 246. Hauptabsperrventil in der Druckleitung einer Kompressions-Kältemaschine. 11. 9. 26.

17a, 17. St. 41534. Dipl.-Ing. Gustav Strobl, Magdeburg, Breiteweg 246. Vorrichtung zur Zuführung des Kältemittelgases in das geschlossene Kurbelgehäuse einer Kompressionskältemaschine. 11. 9. 26.

17g, 2. S. 76223. Dr.-Ing. Arthur Seligmann, Bremen, Victorstr. 4. Gaskühler, insbes. Gegenstrom-Wärme-Austauscher für Licht-Verflüssigungs- und Trennungsverrichtungen. 28. 7. 25

17a, 4. W. 73582. Wilhelm Weckerle, Zuffenhausen. Regel- und Kontroll-Einrichtung für den Kreislauf des Kältemediums bei Kältemaschinen; Zus. z. Anm. W. 71090. 18. 9. 26.

17a, 6. S. 74484. Société Anonyme pour l'exploitation des Procédés Maurice Leblanc-Vickers, Paris; Vertr.: Pat.-Anwälte Dr. R. Wirth, Dipl.-Ing. C. Weihe, Dr. H. Weil, M. M. Wirth, Frankfurt a. M., Dipl.-Ing. T. R. Koehnhorn und Dipl-Ing. E. Noll, Berlin SW 11. Vacuumkältemaschine mit Strahlpumpen zur wahlweisen Erzeugung verschiedener Temperaturhöhen. 14. 5. 26. Frankreich 23. 1. 26.

17c, 3. D. 50111. Nekolai Dahl, Trondbjem, Norwegen; Vertr.: Pat-Anwälte Dr. R. Wirth, Dipl.-Ing. C. Weihe, Dr. H. Weil, M. M. Wirth, Frankfurt a. M., Dipl.-Ing. T. R. Koehnhorn und Dipl.-Ing. E. Noll, Berlin SW 11. Vorrichtung zum Herstellen einer Kühlsole. 27. 3. 26.

17d, 5. S. 70576. Southwestern Engineering Corporation, Los Angeles, Kalifornien; Vertreter: E. Lamberts, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Kondensator-Einheit, bestehend aus einem Bauteil mit einer Mehrzahl von Kühlrohrgruppen. 27. 6. 25.

17a, 8. P. 54856. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verfahren zur periodischen Umwälzung von Mitteln in Absorptionskälteapparaten. 18. 3. 27. Schweden 20. 1. 27.

17a, 4. S. 78697. Süddeutsche Eisschrankfabrik Gebr. Weidenkaff, München, Clemensstraße 115. Luftgitter aus Blech mit Schlitzen für Eis- und Kühlschränke. 7. 3. 27.

17a, 2. H. 101731. Otto Hardung, Berlin W 8, Unter den Linden 30. Eis- bzw. Kühlmaschine mit umlaufenden Verdampfer- und Kondensatorgehäusen. 4. 5. 26.

17a, 8. P. 54470. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolog, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Vorrichtung zum Wärmeaustausch zwischen armer und reicher Lösung bei Absorptionskälteapparaten. 9. 12. 26.

17a, 17. K. 97599. Dr.-Ing. Albert Klein, Stuttgart, Panoramastr. 23. Verfahren zur Reinigung des in einer Kältemaschinenanlage umlaufenden Kältemittels; Zus. z, Anm. K. 86360. 21. 8. 25. V. St. Amerika 21. 8. 24.

17c, 3. P. 53348. Platen-Munters-Refrigerating System Aktiebolaget, Stockholm, Schwed.; Vertr.; W. Zimmermann und Dipl-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Metallischer Kühlkörper für in Kühlschränke eingebaute Kältemaschinen. 3. 8. 26.

17g, 2. G. 64968. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A. G., Höllriegelskreuth bei München. Verfahren zur Zerlegung von Gasgemischen. 31.7.25.

Erteilungen

17d, 5. 455815. Ingersoll Rand Company, New York, V. St. A.; Vertr.: F. Meffert und Dr. L. Sell, Pat.-Anwälte, Berlin SW 68. Oberflächenkondensator. 4. 6. 26. I. 28240. V. St. Amerika3. 11. 25.

17d, 5. 455816. Heraeus-Vacuumschmelze Akt.-Ges. und Dr. Wilhelm Rohn, Dammstr. 8, Hanau a. M. Kondensatorrohr. 24. 11. 25. H. 104379.

17a, 8. 455594. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Verfahren zum Betriebe von Absorptionskältemaschinen. 13. 10. 26. P. 53820.

17a, 16. 456102. Gebrüder Bayer, Augsburg, Aeußere Uferstr. 65. Schmiermittel für Kompressoren von Kältemaschinen. 26. 8. 26. B. 127022.

17a, 8. 456152. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Verfahren zur Steigerung des Umlaufs eines Hilfsmittels in Absorptionskälteapparaten. 18. 4. 26. P. 52706. Schweden 20. 4. 25.

17c, 3. 455878. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Kühlschrank mit eingebautem Absorptionskälteerzeugungsapparat. 5. 11. 25. P. 51598. Schweden 1. 12. 24.

17c, 4. 456896, Edward Allan Thomsen, London; Vertr.: E. Lamberts, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Vorrichtung an Holzverkleidungen isolierter Kühlraumwände; Zus. z. Pat. 445571. 1. 8. 26. T. 32151.

17a, 6. 456567. Dr. Peter Schlumbohm, Berlin SW 15, Pariser Str. 32. Vakuumkältemaschine. 26. 1. 27. Sch. 81474.

17a, 9. 456691. Gebrüder Bayer Kältemaschinen-Fabrik, Augsburg. Periodisch wirkende Absorptions-Kältemaschine. 2. 7. 26. B. 126296.

17a, 13. 456568. Dr.-Ing. Siller & Rodenkirchen G. m. b. H., Rodenkirchen a. Rh. Rohrbündelverflüssiger für Kälteerzeugungsanlagen; Zus. z. Pat. 451289. 24. 6. 26. S. 75035.

17s, 17. 456569. Gustav Strobl, Magdeburg, Breiteweg 246. Kurbelgehäuse einer Kleinkältemaschine. 12. 9. 26. St. 41544.

17a, 9. 457311. Erich Kindermann, Berlin-Reinickendorf, General-Barby-Straße 11. Verfahren zur Entfernung von Lösungsmitteln aus dem Verdampfer bei periodisch arbeitenden, schwingbaren Absorptionskältemaschinen; Zus. z. Pat. 435994. 29. 5. 27. K. 104460.

17a, 17. 457125. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges., Berlin-Siemensstadt, Vorrichtung zum Entlüften von Kältemaschinen. 1. 12. 23. S. 64450

17a, 20. 457062. Donald Branch Knight, Brooklyn, V. St. A.; Vertr.: Dipl.-Ing. H. F. Wertheimer. Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Kühlapparat mit Bindung der Wärme durch Auflösung eines Stoffs, z. B. eines Salzes. 27. 10. 25. K. 96397. V. St. Amerika 9. 1. 25.

17g, 3. 457063. Actien-Gesellschaft für Kohlensäure-Industrie, Berlin NW 6, Schiffbauerdamm 21. Stahlflasche mit Steigrohr zum Transport verflüssigtes Gase. 28. 12. 26. A. 49620.

Löschungen

17a, 369577, 344790, 443023, 449083, 411808, 323963, 351145, 377476.

17d, 388597, 415197, 417342, 435838.

Gebrauchsmuster

Eintragungen.

17a 1016844. Dr.-Ing. Gustav Döderlein, Karlsruhe i. B., Richard-Wagner-Str. 18. Trenngefäß und Schmutzseiher für Kältemaschinen. 9. 12. 27. D. 51179.

17a. 1016845. Dr.-Ing. Gustav Döderlein, Karlsruhe i. B., Richard-Wagner-Str. 18. Kältekompressor. 9. 12. 27. D. 51180.

17a. 1017717. Josef Steinle, Augsburg 9, Schubertstr. 11. Vorrichtung zur Verflüssigung der Dämpfe in Kühlanlagen. 17. 8. 27. St. 34481.

17c. 1016969. Vereinigte Eschebach'sche Werke Akt.-Ges., Dresden-N., Riesaer Str. 7. Kühlschrank 16. 12. 27. V. 23570.

17c. 1017082. Sachsenwerk Licht- und Kraft-Akt.-Ges., Niedersedlitz-Dresden. Einrichtung zur selbsttätigen Regelung der Temperatur in Kühlschränken. 4. 11. 27. S. 67200.

17d. 1017447. Firma Georg Niemeyer, Harburg a. d. E. Doppelrohr-Gegenstrom-Kondensator mit Zinkschutz. 23. 12. 27. N. 26542.

17a. 1018199. Bergnerwerke Eisenach Inh. Alwin Grunewald, Eisenach. Kleinkälteerzeugungsmaschine. 30. 12. 27. B. 126516.

17a. 1018200. Bergnerwerke Eisenach Inh. Alwin Grunewald, Eisenach. Kleinkälteerzeugungsmaschine. 30. 12. 27. B. 126517.

17b. 1018006. Eliodoro Eiacin, Breslau, Hundsfelder Chaussee 82. Eisgekühlter Tiefkühlapparat (Speiseeisautomat). 25. 5. 27. G. 64538.

17c. 1018636. Oswald Pfeffel, Kottbus, Vetschauer Str. 1- Kühlbehälter. 28. 6. 26. P. 44846.

17f. 1018032. Firma A. Freundlich, Düsseldorf 60, Suitbertusstr. 127—143. Wärmeaustauschvorrichtung. 14. 12. 27. F. 56643.

17a. 1018961. Akt.-Ges. der Maschinenfabriken Escher Wyß & Cie., Zürich; Vertr.: H. Nähler, Dipl.-Ing. F. Seemann und Dipl.-Ing. Vorwerk, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Kälteanlage mit senkrecht angeordnetem Langrohrverdampfer. 12. 7. 27. A. 45877. Schweiz 2. 7. 27.

17a. 1019214. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Absorptionskältemaschine. 13. 10. 26. P. 45522.

17c. 1019306. Dr. Ernst Frank, Frankfurt a. M., Niedenau 15. Eisschrank. 22. 12. 27. F. 56669.

17c. 1021147. Tage Wiberg, Göteborg, Carl Gustav Thorbjörn Salenius, Halmstad, Schweden, und Elmar Karlsson, Berlin W 30, Heilbronner Str. 7; Vertr.: R. Schmehlik und Dipl.-Ing. C. Satlow, Pat.-Anwälte, Berlin SW 61. Vorrichtung zum Kühlen und Kühlschränken. 19.7 27. W. 78132.

17b. 1019857. Fabrik für Brauerei- und Kältemaschinen-Bedarf, Anton Hurtz, Breyell b. Düsseldorf. Von allen Seiten im Zellenrahmen einbau- und wendbare Eiszelle. 29. 11. 27. F. 56503.

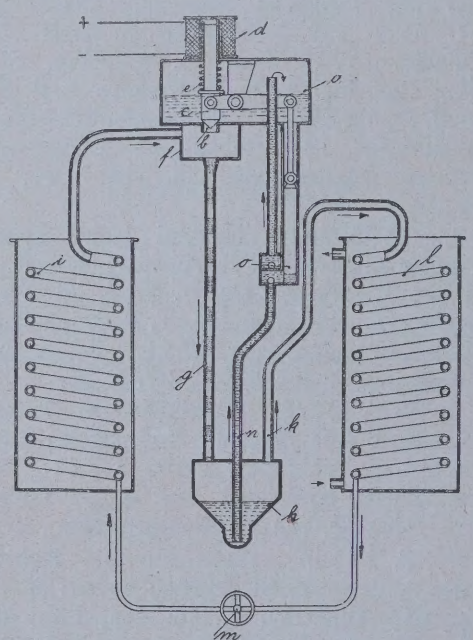
17f. 1019725. Dr.-Ing. Siller & Rodenkirchen G. m. b. H., Rodenkirchen a. Rh. Doppelrohrwärmeaustauscher. 4. 1. 28. W. 67929.

17c. 1021496. Wilhelm Weckerle, Zuffenhausen. Tropfrinne für Kühlanlagen. 18. 1. 28. W. 79922.

17c. 1021583. Eisenbahn-Verkehrsmittel Akt.-Ges., Berlin W 10, Victoriastr. 26a. Durch einem Schwimmer gesteuerter Ablauftopf für Niederschlagwasser, Schmelzwasser o. dgl. 12. 6. 25. E. 33811.

Auszüge aus den Patentschriften

17a, 3. 451287. Kompressions-Klein-Kältemaschine. Wilhelm Petroll in Nordhausen. Patentiert vom 7. April 1926 ab.



In dem geschlossenen Behälter a befindet sich Quecksilber. Der Boden des Behälters a ist mit der Oeffnung b versehen, welche durch den Ventilkegel c verschlossen wird. Durch den Hubmagneten (Solenoid) d, dessen Stromkreis durch eine Vorrichtung regelmäßig geschlossen und unterbrochen wird, und die Spiralfeder e wird der Ventilkegel c dauernd so angelüftet und wieder geschlossen, daß durch die Oeffnung b immer gerade ein Quecksilbertropfen hindurchtreten kann. Der Quecksilbertropfen fällt durch den Behälter f in das Fallrohr g hinein und füllt dessen Querschnitt aus. Durch das Fallrohr g gelangt der Tropfen in den Sammelbehälter h. In den Behälter f mündet das Saugrohr von der Verdampferschlange i ein. Wie bei den bekannten Quecksilberluftpumpen tritt hier durch das Fallen der Quecksilbertropfen in der Verdampferschlange i eine Saugwirkung ein. Zwischen je zwei Tropfen, die Kolben bilden, wird immer ein kleines

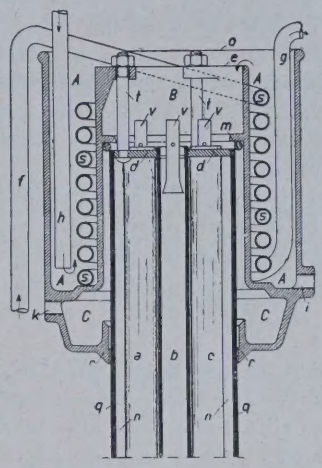
Volumen Kältegas mit in den Sammelbehälter h gefördert. Hier sammelt sich das Quecksilber im unteren Teile an, während das Kältegas durch die Rohrleitung k in den Verflüssiger l gelangt und hier in bekannter Weise mittels Kühlwasserzirkulation verflüssigt wird. Die notwendige Verdichtung der Kältegase wird durch eine entsprechende Länge des Fallrohres g erzielt. Das flüssige Kältemittel gelangt durch das Regulierventil m wieder in die Verdampferschlange i zur Verdampfung und Kälteerzeugung. Das in dem Sammelbehälter h befindliche Quecksilber steigt unter dem entstehenden Verflüssigungsdruck in der Rohrleitung n hoch und wird durch eine Pumpe o immer wieder in den Behälter a zurückgefördert. Die Pumpe o wird durch eine Hebelübertragung durch den Hubmagneten d mitbetätigt. Die Rückleitung des Quecksilbers in den Behälter a kann auch durch andere geeignete Maßnahmen (Erwärmung) erfolgen.

17a, 13. 451 289. Verflüssiger für Kälteerzeugungsanlagen. Dr.-Ing. Siller & Rodenkirchen G. m. b. G. in Rodenkirchen a. Rh. Patentiert vom 24. Juni 1926 ab.

Patentansprüche:

1. Verflüssiger für Kälteerzeugungsanlagen, dadurch gekennzeichnet, daß derselbe in der Enthitzungs- und Verflüssigungszone als Berieselungs-, in der Nachkühlzone als Tauchverflüssiger ausgebildet ist.

2. Vereinigter Berieselungs- und Tauchverflüssiger nach Anspruch 1, bei welchem der die Nachkühlzone bildende Tauchverflüssiger aus einem Tauchbehälter ringförmigen Querschnittes mit in diesem gelagerter Rohrschlange besteht, und der im Innern des ringförmigen Tauchbehälters verbleibende zylindrische Raum für die Unterbringung des Enthitzungs- und Verflüssigungsraumes ausgenutzt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenwandung (o) des ringförmigen Behälters höher liegt als dessen Innenwandung (e), wobei der von der Innenwandung (e)



umschlossene Raum mit seinem unteren Teil das obere Kopfende des Berieselungskörpers (q, a, b, c, d) aufnimmt, während sein oberer Abschnitt (B) als Verteilerraum für die über die Innenwandung (e) überlaufende Berieselungsflüssigkeit dient.

3. Verflüssiger nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der am oberen Kopfende des als Rohrbündelelement ausgebildeten Berieselungskörpers angeordnete Tauchbehälter eine besondere Verteilerrinne (C, r) für den Außenmantel (q) des Rohrbündelberieselers aufweist, in welche die Kühlflüssigkeit in parallelem Abzweig zu dem in das Tauchgefäß geführten Kühlflüssigkeitsstrom eingeleitet wird.

Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender:	Schriftführer:	Schatzmeister: **E. Brandt**, Direktor
Geh.-Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. **H. Lorenz**	**A. Kaufmann**, Oberingenieur	Berlin NW 21, Rathenowerstr. 53
Technische Hochschule Danzig	Berlin W 35, Blumeshof 14/I	Postscheck-Konto Berlin Nr. 148122

Berliner Kälte-Verein

(Bezirksverein des Deutschen Kälte-Vereins)

Bericht

über die Monatsversammlung am 24. Januar 1928 im Eulerzimmer des Vereinshauses Deutscher Ingenieure, Berlin.

Vorsitzender: Prof. Dr. F. Henning.

Nachdem durch den Schriftführer der Bericht über die Januarversammlung vorgelesen und durch die Versammlung genehmigt war, verlas der Vorsitzende den Jahresbericht 1927 folgenden Inhaltes:

»Im vergangenen Jahre fanden neun Vereinssitzungen statt. An sieben Abenden wurden Vorträge und Referate sehr verschiedenen Inhaltes gehalten, die verwaltungstechnische, betriebstechnische, technisch-wissenschaftliche und rein wissenschaftliche Fragen zum Gegenstand hatten. Es sei daran erinnert, daß Herr Dipl.-Ing. Besag über das Betriebsabrechnungswesen, Herr Gewerberat Zäuner über Unfallverhütungsvorschriften, Herr Dr.-Ing. Holler über Schweißtechnik, Herr Dr.-Ing. Nesselmann über Wärmeverluste, Herr Dr. Lisse über das Sprengluftverfahren und Herr Professor Hase über die Bedeutung niederer Temperaturen in der Biologie gesprochen haben. Herr Dr.-Ing. Krause hielt mehrere Referate. Im Oktober wurden gemeinsam mit dem Verein Deutscher Heizungsingenieure die Kühlanlagen des Städtischen Vieh- und Schlachthofes sowie die Fleischgroßmarkthalle Berlin unter der Führung des Herrn Direktor Caspar besichtigt. Im Dezember führte Herr Oberregierungsrat Dr. Meißner den Verein durch das neue Kälteinstitut der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Allen den genannten Herren, insbesondere denjenigen, die als Gäste des Vereins die Liebenswürdigkeit hatten, einen Vortrag oder eine Führung zu übernehmen, gebührt der herzliche Dank unseres Vereins. — Im März fand anstelle eines Vortrages eine allgemeine Aussprache statt, die anregend verlief und befruchtend auf das Vereinsleben wirkte.

Der durchschnittliche Besuch der Versammlungen stellte sich auf 14 Mitglieder und 8 Gäste.

Der Mitgliederbestand ist trotz zahlreicher Abgänge im Jahre 1927 von 80 auf 93 gestiegen.«

Sodann erstattete Herr Brandt den Kassenbericht, der mit einem Bestand von RM. 391,35 abschließt und von den Rechnungsprüfern Hennig und Hoffmann geprüft und in Ordnung befunden worden war. Der Voranschlag sieht eine Summe von RM. 697,38 vor. Da angenommen werden kann, daß die Ausgaben, welche sich 1927 auf ca. RM. 208 beliefen, auch im Jahre 1928 nicht wesentlich überschritten werden, so werden die verfügbaren Geldmittel ausreichen.

Dem Vorstande wurde sodann Entlastung erteilt.

Hierauf hielt Herr Gewerberat Zäuner den Vortrag: »Die Ursachen der Explosion in der Landsberger Allee«, die sich eng an die Aeußerungen anschlossen, die im Februarheft veröffentlicht worden sind.

In der sich anschließenden Diskussion gab Herr Oberingenieur Kaufmann der Gesellschaft für Linde's Eismaschinen eine Erklärung ab, in der er darauf hinwies, daß sich seines Wissens noch kein Fall ereignet habe, wo ernstere Zerstörungen in ursächlichen Zusammenhang mit dem in der Maschine arbeitenden Ammoniak gebracht werden konnten.

An der Diskussion beteiligten sich ferner noch hauptsächlich die Herren Prof. Dr. Königer, Gewerberat Blatter, die Oberingenieure Behr, Betzel, Hinz und Crotogino. Sie bestätigen teils das vom Vortragenden Vorgebrachte, teils gaben sie den Rat, die Vorschriften der Berufsgenossenschaften über Lüftungseinrichtungen der durch Ammoniak gefährdeten Räume genauestens zu beachten, um evtl. Vorwürfen aus dem Wege zu gehen.

Herr Dr.-Ing. Krause wies sodann an Hand eines drastischen Beispieles nach, daß ein Mangel im Verfahren der Patenterteilung bestehe. Einesteils dürfte der Vorprüfer die betreffende Anmeldung, welche eine eine längst offenkundig vorbenutzte Sache zum Gegenstand hat, gar nicht zur Auslegung kommen lassen, andernteils aber treffe auch die Industrie eine Schuld, welche es versäumt, den Patentanmeldungen die gebührende Aufmerksamkeit zu widmen.

Herr Patentanwalt Dipl.-Ing. Cario erklärte: Der Herr Referent hat bemängelt, daß Patente auf Erfindungen erteilt werden, die in den Fachkreisen des betreffenden Spezialgebietes allgemein bekannt seien. Zu einer Patenterteilung hätte es wohl nur deshalb kommen können, weil der betreffende Gegenstand noch nicht druckschriftlich veröffentlicht worden sei und weil namentlich die größeren Firmen es an dem nötigen Interesse haben fehlen lassen, Einspruch zu erheben.

Es ist nicht allein richtig, daß die Prüfungsstelle bei der Prüfung von Patentanmeldungen offenkundige Vorbenutzung nicht berücksichtigt, sondern die Prüfungsstellen machen gar kein Hehl daraus, daß sie ihre Prüfung auf offenkundige Vorbenutzung nicht ausdehnen und nicht ausdehnen können; denn selbst wenn ihnen die Feststellung gelingt (was an sich schon nicht leicht ist), daß der Gegenstand einer Anmeldung in einer Fabrik benutzt worden ist, so fehlt noch der Beweis, daß die Benutzung eine offenkundige war. Diese Feststellung ist ohne Zeugenvernehmungen unter Eid fast niemals möglich, und das Patentamt hat kaum Mittel und Wege, die richtigen Zeugen hierfür herauszufinden. Die Feststellung offenkundiger Vorbenutzung wird daher bewußt dem Einspruchsverfahren überlassen. Ob aber eine Firma, die selbst den Gegenstand einer bekanntgemachten Anmeldung vorbenutzt hat, Interesse an einem Einspruch hat, ist eine zweite Frage. Durch die Vorbenutzung ist sie ja gegen Verbietungsrechte des Patentinhabers gesichert und die Tatsache, daß das Patent jeden Dritten an der Benutzung hindert und daß sie für diese Behinderung der Konkurrenz noch nicht einmal Patengebühren zu zahlen braucht, ist vielleicht für sie ein erfreulicher Zustand, den sie absichtlich garnicht zerstören will.

Schließlich kann der Schaden für die Allgemeinheit nicht zu groß sein; denn in unserer heutigen Zeit der Druckerpresse sind alle technischen Besonderheiten, die irgendwie von Belang sind, irgendwo auch schon einmal druckschriftlich veröffentlicht. Wo es wirklich einmal nicht der Fall ist und ein Patent zu Unrecht erteilt wird, steht die Nichtigkeitsklage zu Gebote. Sind die für die Nichtigkeitsklage vorgesehenen fünf Jahre abgelaufen, so ist namentlich das Reichsgericht vernünftig genug, dem offensichtlich zu Unrecht erteilten Patent einen nur sehr eng bemessenen Schutzumfang zuzubilligen, so großzügig es auch sonst dem Patentinhaber gegenüber in der weitlegenden Auslegung seines Patentes verfährt.

Aehnlich äußerte sich Herr Patent-Anwalt Schmehlik. Wenn die Industrie darüber klage, daß Dinge patentiert werden, die in der Industrie seit Jahren bekannt sind, dann möge sie dafür sorgen,

1. daß das Patentamt seine Beamten von Fall zu Fall auf Studienreisen schicken kann, damit diese Gelegenheit haben, sich mit dem vertraut zu machen, was die Industrie macht,
2. daß das Patentamt mit ausführlichem Prospektmaterial über alle neuen Einrichtungen und Arbeitsmethoden versorgt wird; denn nur auf diese Weise vermag sich das Patentamt einigermaßen darüber zu orientieren, was draußen vorgeht,
3. daß das Patentamt befugt ist, seine Bibliothek sachgemäß zu ergänzen und in Ordnung zu halten,
4. daß das Patentamt befugt ist, seinen Beamtenkörper dem erfolgten Abbau und dem Zuwachs der Anmeldungen entsprechend zu ergänzen, damit vermieden wird, daß einerseits Anmelder Monate, ja selbst $^3/_4$ Jahre und noch länger auf den Eingang eines Bescheides zu warten haben, andererseits daß die Beamten des Patentamtes unter der Last der Arbeit zusammenbrechen bezw. in ihrer Leistungsfähigkeit erlahmen.

Der Schriftführer: J. Schindler.

Anmerkung bei der Korrektur:

Die in Frage kommende Einrichtung ist in dem Buch von Göttsche, »Die Kältemaschinen und ihre Anlagen«, Hamburg 1912 bis 1915 auf Seite 538 abgebildet. Krause.

Dem vorliegenden Heft liegen Prospekte der Firmen Meka-Werke, Meckenbeuren, I. G. Farbenindustrie, Aktiengesellschaft und C. A. Callm, Halle (Saale) bei.

Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1893 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

Schriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W.
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

4. Heft **Berlin W. 9, im April 1928** **35. Jahrgang**

Inhalt:

Deutscher Kälte-Verein. S. 61. — **Abhandlungen, Vorträge, Berichte.** Der Einfluß der Wärmeverluste auf Doppelrohrwärmeaustauscher. Von Dr.-Ing. K. Nesselmann. S. 62. — Die Bedeutung niederer Temperaturen in der Biologie. Von Prof. Dr. Albrecht Hase, Berlin-Dahlem. (Fortsetzung). S. 68. — Die Kältemaschinen auf der Technischen Messe in Leipzig 1928. S. 70. — Die physikalischen Eigenschaften der Reinhartin-Sole. (Mitteilung aus dem Laboratorium der Kühl-Sole-Aktiengesellschaft, Leipzig). S. 72. —

Zeitschriftenbericht. S. 75. — **Bücherbericht.** S. 77. — **Wirtschaftliche Nachrichten.** S. 79. — **Kleine Mitteilungen.** S. 80. — **Deutscher Kälte-Verein.** S. 80.

Deutscher Kälte-Verein

Ordentliche Hauptversammlung in Danzig vom 22. bis 24. Juni 1928.

Einladung, Programm, Tagesordnung.

Freitag, den 22. Juni 1928:

Sitzungen der Arbeitsabteilungen I und III

im großen Hörsaal des Elektrotechnischen Instituts der Techn. Hochschule, Danzig.

3 Uhr: Abt. I (Obmann Direktor Prof. Dr. Henning-Berlin).

1. Prof. Dr. Henning-Berlin: »Temperaturmessung zwischen 20^0 und 80^0 absol.«.
2. Prof. Dr. Schmidt-Danzig: »Versuche über den Wärmeübergang in ruhender Luft.«
3. Geh.-Rat Dr. Otto-Charlottenburg: »Die Kompressibilität von Gasen, insbesondere bei tiefen Temperaturen.«

5^{30} Uhr: Abt. III (Obmann Veterinärrat Direktor Dr. Bützler-Köln).

1. Fabrikbesitzer W. Rohrbeck-Berlin: »Die Bedeutung der deutschen Eisindustrie.«
2. Dipl.-Ing. H. Gsell-Berlin, Vorsteher der masch.-technischen Abteilung der Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei, Berlin: »Kälteversorgung und -Verbrauch in Brauereien.«

7^{30} Uhr: Begrüßungsbierabend mit Damen im Artushof, veranstaltet vom Hohen Senat der Freien Stadt Danzig.

Sonnabend, den 23. Juni 1928:

9 Uhr: Vorstandssitzung.

10 Uhr: Hauptversammlung im großen Hörsaal des Elektrotechnischen Instituts der Technischen Hochschule Danzig-Langfuhr.

I. Teil. Eröffnung, Begrüßung, Vorträge.

1. Prof. Dr. Dr.-Ing. H. Lorenz, Geh. Reg.-Rat-Danzig: »Rohrwiderstand und Wärmeübergang.«
2. Prof. Dr.-Ing. R. Plank-Karlsruhe: »Aus der amerikanischen Kältetechnik.«
3. Dipl.-Ing. G. Cattaneo-Hilversum (Holland): »Technik und Oekonomie des Edeleanuverfahrens zur Raffination von Mineralölen.«

1^{30} Uhr: Frühstückspause in der Hochschule.

II. Teil. Geschäftliches.

1. Jahresbericht, Rechnungsabschluß, Kassenprüfung, Entlastung.
2. Haushaltsplan, außerordentliche Ausgaben, Jahresbeitrag, Ueberweisung an die Bezirksvereine.
3. Wahl von 3 Vorstandsmitgliedern. Die Amtszeiten der Herren Brandt, Heyroth, Meckel sind abgelaufen.
4. Wahl eines Obmanns für Arbeits-Abt. I (bisher Herr Prof. Henning).
5. Wahl des Rechnungsprüfers.
6. Berichte der Arbeits-Abteilungen und Ausschüsse. (Normen, Literatur, Werbe-A.)
7. Ort der nächsten Hauptversammlung.
8. Verschiedenes.

Sitzung der Arbeitsabteilung II (Obmann Dipl.-Ing. Otto Hippenmeyer-Wiesbaden).

1. Dr.-Ing. Fr. Merkel-Dresden: »Ein Diagramm zur Berechnung der Absorpt. Kältemaschine.«
2. Dr.-Ing. K. Nesselmann-Berlin: »Tiefste erreichbare Verdampfertemperaturen bei Absorpt. Maschinen mit Ammoniaklösungen und Gasumlauf.

7^{30} Uhr: Festessen im Kasino-Hotel, Zoppot.

Sonntag, den 24. Juni 1928:

10 Uhr: Vortrag über Danzig, im Saal der Naturforschenden Gesellschaft.
Besichtigung der Stadt.
Zwangloses Essen im Ratskeller.
Etwa 3 Uhr Dampferfahrt nach Zoppot.

Montag, den 25. Juni 1928:

Rückfahrt über **Marienburg** mit Besichtigung daselbst. Näheres wird noch bekanntgegeben. Ankunft in Berlin 20 Uhr 7 Minuten.

Zur gefälligen Beachtung!

1. **Anmeldung:** Wir bitten um möglichst baldige Rücksendung der dem April-Heft beigegebenen, entsprechend ausgefüllten Postkarte.
2. **Hotels:** Kasino-Hotel Zoppot (Einheitspreis Bett 10 Gulden), Kurhaus-Hotel Zoppot 10 Gulden. Danzig: Danziger Hof 6 bis 10 Gulden, Deutsches Haus 7,50 Gulden, Centralhotel 5 bis 6 Gulden. Die Zimmerbestellungen müssen direkt erfolgen.
3. **Ortsausschuß und Auskunft:** Die Anschrift lautet: Herrn Prof. Dr. Dr.-Ing. H. Lorenz, Geh. Reg.-Rat, Techn. Hochschule, Danzig-Langfuhr.
4. **Damenprogramm** für Sonnabend vormittag: Ausflug nach Oliva mit Frühstück.

Der Vorsitzende des Deutschen Kälte-Vereins.
Dr. H. Lorenz.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte

Der Einfluß der Wärmeverluste auf Doppelrohrwärmeaustauscher.

(Auch erschienen in den »Wissenschaftlichen Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern«, Band VI, Heft 2, 1928).

Von Dr.-Ing. K. Nesselmann.

I. Der Temperaturverlauf in Wärmeaustauschapparaten findet sich in den Lehrbüchern des Wärmeüberganges sowohl für Gleich- als auch für Gegenstrom ausführlich behandelt[1]). Bei diesen Rechnungen wird jedoch vorausgesetzt, daß keine Wärmeverluste auftreten, d. h., daß der Wärmeaustauscher vollkommen isoliert ist. Diese Betrachtungsweise wird in sehr vielen Fällen für die Berechnung der Austauschapparate genügen, denn sehr häufig sind die auszutauschenden Wärmemengen im Verhältnis zu den Verlusten so groß, daß diese den Temperaturverlauf bezw. die Endtemperaturen nicht merkbar beeinflussen. Wenn nötig, kann man aus der mittleren Temperatur im Wärmeaustauscher die Verluste berechnen, und dann angenähert ihren Einfluß auf die Endtemperaturen feststellen. Will man aber einen genauen Einblick in den Temperaturverlauf im Wärmeaustauscher unter Berücksichtigung der Verluste erhalten, so genügen die angeführten Rechenmethoden nicht mehr. Für diesen Fall sollen im folgenden Gleichungen abgeleitet werden.

[1]) H. Gröber, Die Grundsätze der Wärmeleitung und des Wärmeüberganges, Julius Springer, Berlin 1921.
F. Merkel, Die Grundlagen der Wärmeübertragung, Theodor Steinkopff, Dresden und Leipzig 1927.

Wir betrachten einen Doppelrohrwärmeaustauscher (Abb. 1), der Durchmesser des inneren Rohres sei D_1, der des äußeren D_2. Die Wasserwerte der beiden Stoffe, die stündlich durchströmenden Gewichte multipliziert mit den spezifischen Wärmen, seien W_1

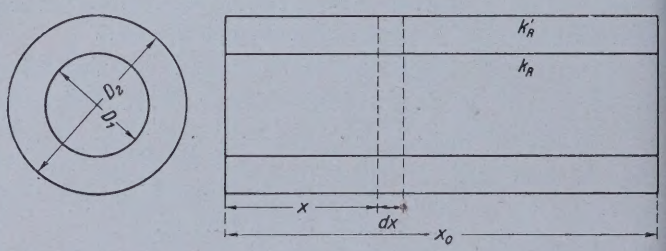


Abb. 1.

und W_2. Die Gesamtlänge des Apparates sei x_0. die variable Länge x. Für die Rechnung ist es bequemer, nicht mit den Temperaturen selbst, sondern mit den Ueber- bezw. Untertemperaturen gegen die Umgebung zu rechnen. Bezeichnet t_R die Umgebungstemperatur, und t_1 bezw. t_2 die Temperaturen im Innen- und Außenrohr, so ist die Uebertemperatur an irgend einer Stelle im Innenrohr

$$\vartheta_1 = t_1 - t_R$$

und im Außenrohr

$$\vartheta_2 = t_2 - t_R.$$

Die Wärmedurchgangszahl vom Innenrohr zum Außenrohr sei k_R, diejenige vom Außenrohr zur Umgebung k'_R[1]).

[1]) Ueber die Bedeutung dieser Größen vergl. das Buch von Gröber »Einführung in die Lehre von der Wärmeübertragung«, Verlag Julius Springer, Berlin 1926.

II. Die Gleichungen für Gleichstrom. Wir stellen uns vor, daß die beiden Stoffe, die in Wärmeaustausch treten, von links (Abb. 1) in die Rohre eintreten. An irgend einer Stelle denken wir uns ein Stück dx aus dem Austauschapparat ausgeschnitten. Nehmen wir an, daß im inneren Rohre der heiße Stoff fließt, so gibt er auf der Strecke dx die Wärme $-W_1 d\vartheta_1$ ab. Diese Wärmemenge ist gleich der von »Eins« nach »Zwei« strömenden: $\pi k_R(\vartheta_1-\vartheta_2)dx$. Daraus folgt:

$$(1) \qquad -W_1 \frac{d\vartheta_1}{dx} = \pi k_R (\vartheta_1-\vartheta_2)$$

Für das Rohr »Zwei« gilt folgendes: In das Rohr hinein strömt die Wärmemenge $\pi k_R (\vartheta_1-\vartheta_2)\, dx$. Diese erwärmt den darin fließenden Stoff um $W_2 d\vartheta_2$ und deckt auch gleichzeitig die Verluste $\pi k_R' \vartheta_2 dx$. Folglich gilt:

$$\pi k_R (\vartheta_1-\vartheta_2)\, dx = W_2 d\vartheta_2 + \pi k_R' \vartheta_2 dx$$

oder

$$(2) \qquad W_2 \frac{d\vartheta_2}{dx} = \pi k_R (\vartheta_1-\vartheta_2) - \pi k'_R \vartheta_2.$$

Die Gleichungen (1) und (2) bilden ein System simultaner Differentialgleichungen. Durch nochmaliges Differenzieren und Eliminieren von ϑ_1 bezw. ϑ_2 erhält man schließlich die beiden Gleichungen

(3)
$$\frac{d^2\vartheta_1}{dx^2} + \left[\pi k_R\left(\frac{1}{W_1}+\frac{1}{W_2}\right)+\frac{\pi k'_R}{W_2}\right]\frac{d\vartheta_1}{dx} + \frac{\pi^2 k_R k'_R}{W_1 W_2}\vartheta_1 = 0$$

und

$$(4) \qquad \frac{d^2\vartheta_2}{dx^2} + \left[\pi k_R\left(\frac{1}{W_1}+\frac{1}{W_2}\right)+\frac{\pi k'_R}{W_2}\right]\frac{d\vartheta_2}{dx} + \frac{\pi^2 k_R k'_R}{W_1 W_2}\vartheta_2 = 0$$

Gleichung (3) hat die Lösung:

$$(5) \qquad \vartheta_1 = A_1 e^{\alpha x} + B_1 e^{\beta x}$$

und Gleichung (4)

$$(6) \qquad \vartheta_2 = A_2 e^{\alpha x} + B_2 e^{\beta x}$$

Die Konstanten α und β folgen aus Kombinationen der Gleichungen (3) und (5) zu:

$$(7) \qquad \alpha = -\frac{1}{2}\left[\pi k_R\left(\frac{1}{W_1}+\frac{1}{W_2}\right)+\frac{\pi k'_R}{W_2}\right] + \sqrt{\frac{1}{4}\left[\pi k_R\left(\frac{1}{W_1}+\frac{1}{W_2}\right)+\frac{\pi k'_R}{W_2}\right]^2 - \frac{\pi^2 k_R k'_R}{W_1 W_2}}$$

$$(8) \qquad \beta = -\frac{1}{2}\left[\pi k_R\left(\frac{1}{W_1}+\frac{1}{W_2}\right)+\frac{\pi k'_R}{W_2}\right] - \sqrt{\frac{1}{4}\left[\pi k_R\left(\frac{1}{W_1}+\frac{1}{W_2}\right)+\frac{\pi k'_R}{W_2}\right]^2 - \frac{\pi^2 k_R k'_R}{W_1 W_2}}$$

Die Konstanten A_1, B_1, A_2 und B_2 ergeben sich aus den Anfangsbedingungen. Die Uebertemperaturen, mit denen die Stoffe in den Austauschapparat eintreten, sind ϑ_{1A} und ϑ_{2A}. Daher gelten für $x=0$ die Gleichungen:

$$(9) \qquad \vartheta_{1A} = A_1 + B_1$$

$$(10) \qquad \vartheta_{2A} = A_2 + B_2$$

Die beiden weiteren Bedingungsgleichungen erhält man folgendermaßen: Durch Differenzieren von Gleichung (5) und (6) folgt:

$$(5a) \qquad \left(\frac{d\vartheta_1}{dx}\right)_{x=0} = \alpha A_1 + \beta B_1.$$

$$(6a) \qquad \left(\frac{d\vartheta_2}{dx}\right)_{x=0} = \alpha A_2 + \beta B_2$$

Setzt man nun in (1) und (2) ein, so ergibt sich:

$$(11) \qquad -W_1 (\alpha A_1 + \beta B_1) = \pi k_R (\vartheta_{1A} - \vartheta_{2A})$$

$$(12) \qquad W_2 (\alpha A_2 + \beta B_2) = \pi k_R (\vartheta_{1A} - \vartheta_{2A}) - \pi k'_R \vartheta_{2A}.$$

Aus den Gleichungen (9) bis 12) ergeben sich dann für die Konstanten die folgenden Gleichungen:

$$(13) \qquad A_1 = \frac{\vartheta_{1A}(W_1\beta + \pi k_R) - \pi k_R \vartheta_{2A}}{W_1(\beta-\alpha)}$$

$$(14) \qquad B_1 = \frac{\pi k_R \vartheta_{2A} - \vartheta_{1A}(W_1\alpha + \pi k_R)}{W_1(\beta-\alpha)}$$

$$(15) \qquad A_2 = \frac{\pi k_R \vartheta_{1A} - \vartheta_{2A}(W_2\beta + \pi k_R + \pi k'_R)}{W_2(\alpha-\beta)}$$

$$(16) \qquad B_2 = \frac{\vartheta_{2A}(W_2\alpha + \pi k_R + \pi k'_R) - \pi k_R \vartheta_{1A}}{W_2(\alpha-\beta)}$$

Von Wichtigkeit ist ferner die Frage, ob und wo die Temperaturen ein Maximum aufweisen. Bei Gleichstrom ist es ohne weiteres einleuchtend, daß mit wachsender Länge des Austauschapparates sich beide Temperaturen mehr und mehr der Umgebungstemperatur angleichen müssen. Daher wird man schon vorher sagen können, daß das heiße Medium sich dauernd abkühlen wird, während das kalte Medium im allgemeinen zunächst sich erwärmen und dann aber ebenfalls abkühlen wird. Es ist daher von Nutzen, auch diejenige Stelle des Austauschapparates anzugeben, an dem das Maximum der Temperatur liegt. Unter Fortlassen der Indizes gehen die Gleichungen (5) und (6) über in

$$\vartheta = A e^{\alpha x} + B e^{\beta x}$$

Da α und β, wie sich ohne weiteres aus den Gleichungen (7) und (8) nachweisen läßt, stets negativ sind, so folgt zunächst, daß sich ϑ mit wachsendem x asymptotisch der Umgebungstemperatur nähert. Die Maximalbedingung findet man durch Differentiation:

$$\frac{d\vartheta}{dx} = \alpha A e^{\alpha x} + \beta B e^{\beta x}$$

woraus folgt:

$$(17) \qquad x_{max} = \frac{1}{\alpha-\beta} \ln\left[-\frac{\beta B}{\alpha A}\right]$$

Durch das negative Zeichen im Logarithmus darf man sich nicht beirren lassen. Ist ein Maximum vorhanden, so müsssen A und B natürlich verschiedene Vorzeichen haben, sodaß damit im Logarithmus ein positiver Ausdruck steht.

Die abgeleiteten Gleichungen haben allgemeine Gültigkeit. Sie gelten sowohl dann, wenn die Umgebungstemperatur höher liegt als die Temperatur des Austauschapparates als auch dann, wenn die Umgebungstemperatur unter dieser liegt. Ferner ist es gleichgültig, ob der heißere Stoff im inneren Rohre fließt und der kältere außen, oder umgekehrt. Man hat nur darauf zu achten, daß sich der Index 2 immer auf das Außenrohr bezieht und der Index 1 auf das Innenrohr und daß der Stoff 1 immer in der Richtung der positiven x-Achse fließt.

III. Die Gleichungen für Gegenstrom. Für Gegenstrom gilt folgende Ueberlegung: Die Wärmemenge, die auf der Strecke dx (Abb. 1) von »Eins« nach »Zwei« fließt, ist gleich der Abkühlung des heißen Stoffes, folglich:

$$(18) \qquad -W_1 \frac{d\vartheta_1}{dx} = \pi k_R (\vartheta_1 - \vartheta_2).$$

Für das Rohr »Zwei« gilt dieselbe Ueberlegung, wie wir sie bereits für Gleichstrom angestellt haben, nur tritt jetzt $(-W_2)$ an die Stelle von W_2, da bei Gegenstrom der Differentialquotient der Temperatur nach der Rohrlänge das entgegengesetzte Vorzeichen hat. Es gilt also die Gleichung:

$$(19) \qquad -W_2 \frac{d\vartheta_2}{dx} = \pi k_R (\vartheta_1 - \vartheta_2) - \pi k'_R \vartheta_2$$

Durch dieselben Rechenoperationen, wie wir sie für die Gleichung (1) und (2) angewendet haben, ergeben sich für Gegenstrom die Gleichungen

(20)
$$\frac{d^2\vartheta_1}{dx^2} + \left[\pi k_R \left(\frac{1}{W_1} - \frac{1}{W_2}\right) - \frac{\pi k'_R}{W_2}\right] \frac{d\vartheta_1}{dx} - \frac{\pi^2 k_R k'_R}{W_1 W_2} \vartheta_1 = 0$$

(21)
$$\frac{d^2\vartheta_2}{dx^2} + \left[\pi k_R \left(\frac{1}{W_1} - \frac{1}{W_2}\right) - \frac{\pi k'_R}{W_2}\right] \frac{d\vartheta_2}{dx} - \frac{\pi^2 k_R k'_R}{W_1 W_2} \vartheta_2 = 0$$

Auch hier gelten die allgemeinen Lösungen:

$$(22) \qquad \vartheta_1 = A_1 e^{\alpha x} + B_1 e^{\beta x}$$

$$(23) \qquad \vartheta_2 = A_2 e^{\alpha x} + B_2 e^{\beta x}$$

mit

$$(24) \qquad \alpha = -\frac{1}{2}\left[\pi k_R \left(\frac{1}{W_1} - \frac{1}{W_2}\right) - \frac{\pi k'_R}{W_2}\right] + \sqrt{\frac{1}{4}\left[\pi k_R \left(\frac{1}{W_1} - \frac{1}{W_2}\right) - \frac{\pi k'_R}{W_2}\right]^2 + \frac{\pi^2 k_R k'_R}{W_1 W_2}}$$

$$(25) \qquad \beta = -\frac{1}{2}\left[\pi k_R \left(\frac{1}{W_1} - \frac{1}{W_2}\right) - \frac{\pi k'_R}{W_2}\right] - \sqrt{\frac{1}{4}\left[\pi k_R \left(\frac{1}{W_1} - \frac{1}{W_2}\right) - \frac{\pi k'_R}{W_2}\right]^2 + \frac{\pi^2 k_R k'_R}{W_1 W_2}}$$

Die Konstanten A_1, B_1, A_2 und B_2 ergeben sich aus folgenden Grenzbedingungen: Für $x = 0$ muß $\vartheta_1 = \vartheta_{1A}$ sein, also:

$$(26) \qquad \vartheta_{1A} = A_1 + B_1$$

Für $x = x_0$, für das andere Ende des Austauschapparates muß $\vartheta_2 = \vartheta_{2A}$ sein, also:

$$(27) \qquad \vartheta_{2A} = A_2 e^{\alpha x_0} + B_2 e^{\beta x_0}$$

Man sieht sofort, daß in die Konstanten die Länge des Austauschapparates eingeht, was ja im Gegensatz zum Gleichstrom auch selbstverständlich ist. Die weiteren zwei Bedingungsgleichungen liefern die Gleichungen (18) und (19), indem man für die Differentialquotienten $\frac{d\vartheta_1}{dx}$ und $\frac{d\vartheta_2}{dx}$, die Werte aus den Gleichungen (22) und (23) einsetzt. Diese Gleichungen müssen auch für $x = 0$ gelten, folglich:

$$-W_1 (\alpha A_1 + \beta B_1) = \pi k_R (\vartheta_{1A} - \vartheta_{2A})$$

Für $x = 0$ muß die Temperatur ϑ_2 gleich der Endtemperatur des Mediums »Zwei« sein. Nun gilt aber nach (23)

$$\vartheta_{2E} = A_2 + B_2$$

und somit folgt:

$$(28) \qquad -W_1 (\alpha A_1 + \beta B_1) = \pi k_R \vartheta_{1A} - \pi k_R (A_2 + B_2);$$

entsprechend wird

$$-W_2 (\alpha A_2 + \beta B_2) = \pi k_R (\vartheta_{1A} - \vartheta_{2E}) - \pi k'_R \vartheta_{2E}$$

oder

$$(29) \quad -W_2 (\alpha A_2 + \beta B_2) = \pi k_R \vartheta_{1A} - (A_2 + B_2) \cdot (\pi k_R + \pi k'_R)$$

Aus den Gleichungen (26), (27), (28), und (29) ergeben sich dann die Werte der Konstanten wie folgt:

$$(30) \qquad A_1 = \frac{\vartheta_{1A} e^{\beta x_0} (W_1 \beta + \pi k_R) - \pi k_R \vartheta_{2A}}{e^{\beta x_0} (W_1 \beta + \pi k_R) - e^{\alpha x_0} (W_1 \alpha + \pi k_R)}$$

$$(31) \qquad B_1 = \frac{\pi k_R \vartheta_{2A} - \vartheta_{1A} e^{\alpha x_0} (W_1 \alpha + \pi k_R)}{e^{\beta x_0} (W_1 \beta + \pi k_R) - e^{\alpha x_0} (W_1 \alpha + \pi k_R)}$$

$$(32) \qquad A_2 = \frac{\vartheta_{2A} (W_2 \beta - \pi k_R - \pi k'_R) + \pi k_R \vartheta_{1A} e^{\beta x_0}}{e^{\alpha x_0} (W_2 \beta - \pi k_R - \pi k'_R) - e^{\beta x_0} (W_2 \alpha - \pi k_R - \pi k'_R)}$$

$$(33) \qquad B_2 = \frac{\vartheta_{2A} (W_2 \alpha - \pi k_R - \pi k'_R) + \pi k_R \vartheta_{1A} e^{\alpha x_0}}{e^{\alpha x_0} (W_2 \beta - \pi k_R - \pi k'_R) - e^{\beta x_0} (W_2 \alpha - \pi k_R - \pi k'_R)}$$

Die Bedingung für ein evtl. Vorhandensein eines Maximums oder eines Minimums ergibt sich genau wie bei Gleichstrom zu:

$$(17) \qquad x_{max;\,min} = \frac{1}{\alpha - \beta} \ln \left[-\frac{\beta B}{\alpha A}\right]$$

Auch diese Gleichungen gelten ganz allgemein ohne Rücksicht auf die Höhe der Umgebungstemperatur und ohne Rücksicht darauf, ob das heiße Medium durch das Innen- oder Außenrohr fließt, wenn man nur das unter II Gesagte berücksichtigt. Ferner ist es selbstverständlich, daß mit $k'_R = 0$ die Formeln übergehen in diejenigen für den verlustlosen Wärmeaustauscher. Mit $k_R = 0$ würde die Temperatur des im Innenrohr befindlichen Mediums sich nicht ändern und das im Außenrohr befindliche Medium würde sich nach dem bekannten Abkühlungsgesetz abkühlen.

IV. Zahlenbeispiele. Es seien nun zunächst einige Zahlenbeispiele durchgerechnet.

1. In einem Doppelrohrwärmeaustauscher trete im Gleichstrom die eine Flüssigkeit mit 100° C ein, die zweite mit 25° C. Beide Flüssigkeiten sollen den Wasserwert 40 haben, d. h. $W_1 = W_2 = 40$. Der lichte Durchmesser des Innenrohres D_{1i} sei 16 mm, der des Außenrohres D_{2i} 25 mm. Das Rohr sei mit einer 20 mm dicken Korkisolation gegen die Umgebung, die eine Temperatur von 15° habe, isoliert. Unter diesen Umständen ergeben sich folgende Zahlenwerte:

$$\vartheta_{1A} = 100 - 15 = 85^0$$
$$\vartheta_{2A} = 25 - 15 = 10^0$$
$$k_R = 5{,}10$$
$$k'_R = 0{,}0876$$
$$W_1 = W_2 = 40$$

Und daraus errechnet sich:

$$\alpha = -0{,}0037$$
$$\beta = -0{,}8037$$
$$A_1 = +47{,}9 \qquad A_2 = +47{,}5$$
$$B_1 = +37{,}2 \qquad B_2 = -37{,}5$$

Die Formeln für den Temperaturverlauf lauten also:

$$\vartheta_1 = 47{,}9\, e^{-0{,}0037\,x} + 37{,}2\, e^{-0{,}8037\,x}$$
$$\vartheta_2 = 47{,}5\, e^{-0{,}0037\,x} - 37{,}5\, e^{-3{,}8037\,x}$$

Der Temperaturverlauf ist in Abb. 2 dargestellt. Würde der Wärmeaustauscher keine Wärmeverluste haben, so würden sich beide Flüssigkeiten asymptotisch der Temperatur $\frac{100+25}{2} = 62{,}5^0$ nähern. Bei Berücksichtigung der Verluste sieht man jedoch, daß die Temperatur t_2 ein Maximum aufweist. Hinter diesem Maximum nehmen beide Temperaturen ab. Für $x = \infty$ würde ϑ_1 und ϑ_2 gleich Null, d. h. $t_1 = t_2 = 15^0$ werden.

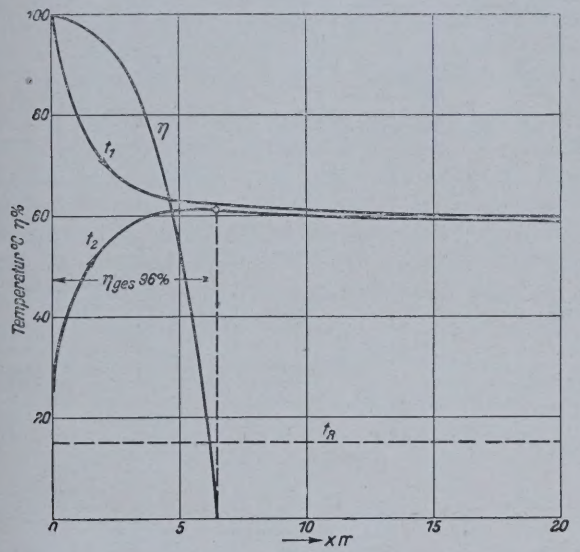


Abb. 2.

Berechnet man nach Gleichung (17) das Maximum für t_2, so ergibt sich

$$x_{max} = 6{,}42 \text{ m}$$

Es hat also keinen Zweck, die Austauscherlänge größer als 6,42 m zu machen, sonst tritt gerade das Gegenteil von dem ein, was man erreichen wollte.

Die Gleichungen für den Temperaturverlauf lauten:

$$\vartheta_1 = -2{,}746\, e^{+0{,}05594\, x} + 87{,}8\, e^{-0{,}04906\, x}$$
$$\vartheta_2 = -3{,}133\, e^{+0{,}05594\, x} + 77{,}0\, e^{-0{,}04906\, x}$$

Der Temperaturverlauf ist in Abb. 3 aufgetragen. Die beiden gestrichelten Geraden zeigen den Verlauf der Temperaturen ohne Berücksichtigung der Verluste. Da die Wasserwerte gleich sind, ergeben sich dabei keine Kurven, sondern Geraden. Die beiden ausgezogenen Kurven zeigen den Verlauf mit Berücksichtigung der Wärmeverluste.

Ein Temperaturmaximum oder Minimum kann hier nicht auftreten. Man erkennt sofort aus den Vorzeichen der Konstanten, daß der Logarithmus in Gleichung (17) negativ werden würde, und somit ergibt sich für $x_{max;\ min}$ kein reeller Wert.

3. Im nächsten Beispiel soll ein etwas extremerer Fall von Gleichstrom behandelt werden. Die Rohrabmessungen seien dieselben wie in Beispiel 1 und 2, doch sei der Austauschapparat nich isoliert und die Flüssigkeiten sollen die Anfangstemperaturen 100^0 bezw. 200^0 haben. Die Raumtemperatur sei 0^0. Bei diesem Beispiel sind also die Ausstrahlungsverluste wesentlich größer, einmal, weil keine Isolation vorhanden ist und dann, weil eine bedeutend größere Temperaturdifferenz gegen die Umgebung besteht. Die Wärmeausstrahlung sei durch den Wert $k'_R = 0{,}265$ festgelegt. Mit $k_R = 5{,}1$ wie bei den beiden früheren Beispielen ergibt sich:

$$\alpha = -\ 0{,}0104$$
$$\beta = -\ 0{,}8104$$
$$A_1 = +\ 152{,}5 \qquad A_2 = +\ 148{,}7$$
$$B_1 = +\ 47{,}4 \qquad B_2 = -\ 48{,}7$$

Daraus folgt:

$$\vartheta_1 = +152{,}5\, e^{-0{,}0104\, x} + 47{,}4\, e^{-0{,}8104\, x}$$
$$\vartheta_2 = +148{,}7\, e^{-0{,}0104\, x} - 48{,}7\, e^{-0{,}8104\, x}$$

Das Maximum für ϑ_2 ergibt sich zu:

$$x_{max} = 4{,}06 \text{ m}$$

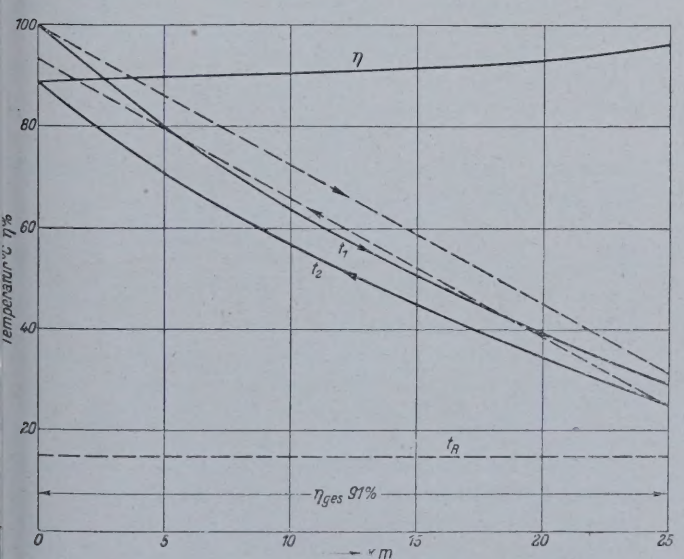


Abb. 3.

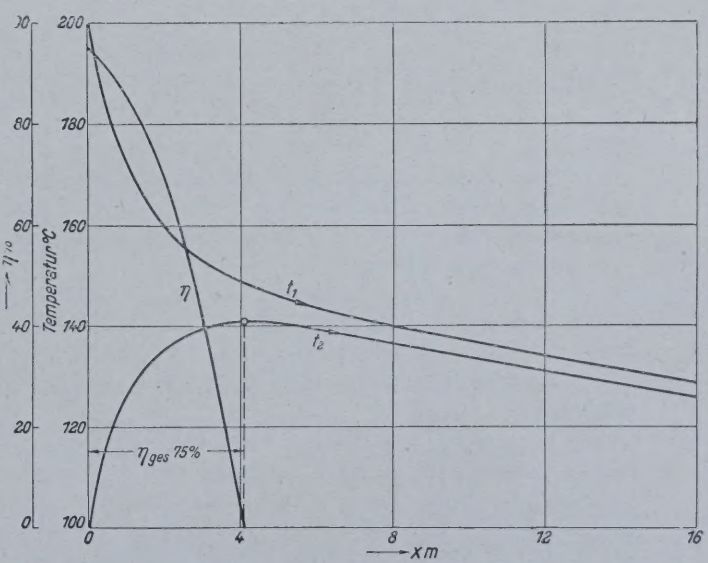


Abb. 4

2. Derselbe Fall soll noch für Gegenstrom durchgerechnet werden. Dabei ergibt sich bei einer Länge des Austauschapparates von 25 m

$$\alpha = +\ 0{,}05594$$
$$\beta = -0{,}04906$$
$$A_1 = -2{,}746 \qquad A_2 = -\ 3{,}133$$
$$B_1 = +87{,}8 \qquad B_2 = +\ 77{,}0$$

Infolge der größeren Verluste fallen hinter dem Maximum die beiden Temperaturen stärker ab als bei dem früheren Beispiel. Den Temperaturverlauf zeigt Abbildung 4.

4. Zum Schluß seien noch zwei ganz extreme Fälle als Kuriosum behandelt. Um die Auswirkung der Verluste besonders stark hervortreten zu lassen,

sollen nunmehr zwei Gase ihre Wärme austauschen. In diesem Falle wird das k_R wesentlich kleiner sein als in den vorhergehenden Beispielen. Zunächst werde wiederum Gleichstrom gewählt. Die lichten Durchmesser der Rohre seien $D_{1i} = 60$ mm und $D_{2i} = 80$ mm. Die Wasserwerte seien $W_1 = W_2 = 24$. Die Umgebungstemperatur sei 0^0. $\vartheta_{1A} = 200^0$ und $\vartheta_{2A} = 100^0$, $k_R = 0{,}75$ und $k'_R = 0{,}8$. Dann ist:

$$\alpha = -\ 0{,}0395$$
$$\beta = -\ 0{,}2611$$
$$A_1 = +\ 191{,}5 \qquad A_2 = +114{,}8$$
$$B_1 = +\ 8{,}56 \qquad B_2 = -14{,}85$$

und somit:

$$\vartheta_1 = 191{,}5\, e^{-0{,}0395\, x} + 8{,}56\, e^{-0{,}2611\, x}$$
$$\vartheta_2 = 114{,}8\, e^{-0{,}0395\, x} - 14{,}85\, e^{-0{,}2611\, x}$$

$$x_{max} = -\ 0{,}0296 \text{ m}$$

Da für x_{max} ein negativer Wert herauskommt, erkennt man, daß in diesem Falle der Wärmeaustauscher nicht mehr wirksam ist. Die Temperatur ϑ_2 fällt sofort ab, ohne erst anzusteigen. Abb. 5 zeigt die beiden Temperaturkurven.

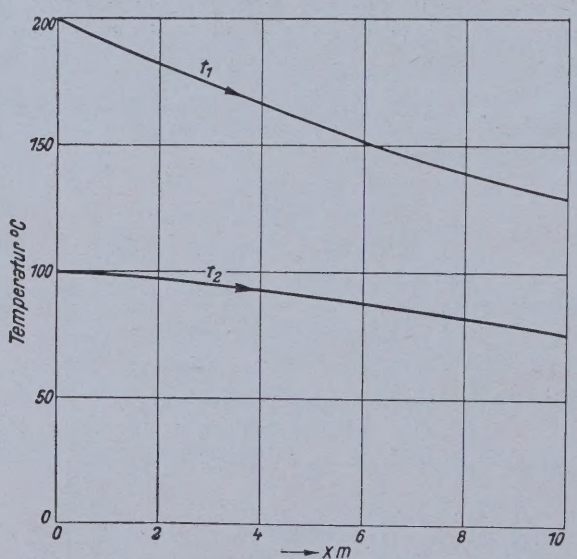


Abb. 5.

5. Noch merkwürdiger werden die Verhältnisse bei Gegenstrom. Rechnet man das Beispiel 4 für Gegenstrom durch mit einer Länge des Austauschers von 20 m, so ergibt sich:

$$\alpha = +\ 0{,}1661$$
$$\beta = -\ 0{,}0615$$
$$A_1 = +\ 1{,}05 \qquad A_2 = +\ 2{,}835$$
$$B_1 = +199{,}0 \qquad B_2 = +74{,}7$$

folglich:

$$\vartheta_1 = 1{,}05\ e^{+0{,}1661\, x} + 199{,}0\, e^{-0{,}0615\, x}$$
$$\vartheta_2 = 2{,}835\, e^{+0{,}1661\, x} + 74{,}7\, e^{-0{,}0615\, x}$$

Da in diesem Falle α und β verschiedene Vorzeichen haben, und A_1, B_1, A_2 und B_2 die gleichen, so lehrt ein Blick auf Gleichung (17), daß sich sowohl für ϑ_1 als auch für ϑ_2 ein Minimum ergeben muß.

Man erhält

$$x_{1\,min} = 18{,}72 \text{ m}$$
$$x_{2\,min} = 10{,}0 \text{ m}$$

Zeichnet man sich die Temperaturkurven auf, so ergibt sich Abb. 6. Für den verlustlosen Wärmeaustauscher würden sich, da wir wieder gleiche Wasserwerte vorausgesetzt haben, gerade Linien ergeben. Jetzt findet man eine merkwürdige Ueberschneidung der Kurven. Es liegt in der Natur der Sache, daß das Minimum von ϑ_1 im Schnittpunkt der beiden Kurven liegen muß; denn geht man vom Schnittpunkt der beiden Kurven nach rechts, so nimmt die Temperatur ϑ_1 wieder zu, d. h. von diesem Punkt an muß ϑ_2 größer sein als ϑ_1 und das bedeutet, daß eben dort die Kurve von ϑ_2 diejenige von ϑ_1 schneiden muß, weil nunmehr der Stoff »Zwei« Wärme abgibt und der Stoff »Eins« Wärme aufnimmt.

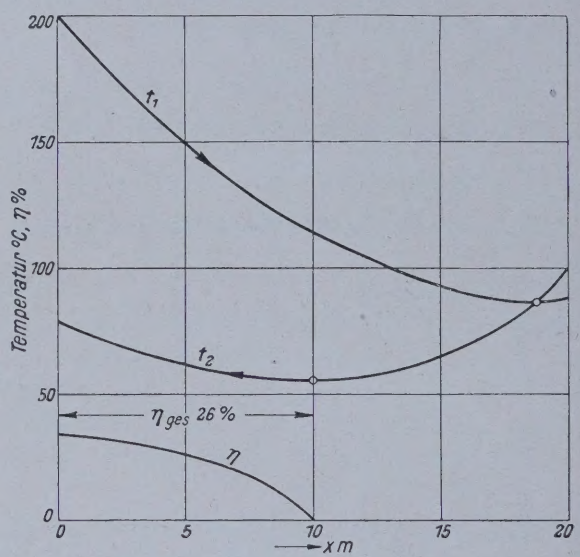


Abb. 6.

V. Der Wirkungsgrad der Wärmeaustauscher.

Bei einem verlustlosen Wärmeaustauscher ist der Wirkungsgrad für jede Stelle des Apparates gleich Eins, wenn man ihn definiert als das Verhältnis der vom kälteren Medium aufgenommenen zu der vom heißen abgegebenen Wärmemenge. Berücksichtigt man die Verluste, so werden sich von Eins abweichende Werte ergeben. Für Gleichstrom gilt für den Wirkungsgrad die Gleichung:

$$\eta = -\frac{W_2\, d\,\vartheta_2}{W_1\, d\,\vartheta_1} \tag{34}$$

Setzt man für $d\,\vartheta_1$ und $d\,\vartheta_2$ die Werte nach Gleichung (22) und (23) ein, so folgt:

$$\eta = -\frac{W_2(\alpha A_2 e^{\alpha x} + \beta B_2 e^{\beta x})}{W_1(\alpha A_1 e^{\alpha x} + \beta B_1 e^{\beta x})} \tag{35}$$

Für Gegenstrom gilt entsprechend:

$$\eta = +\frac{W_2(\alpha A_2 e^{\alpha x} + \beta B_2 e^{\beta x})}{W_1(\alpha A_1 e^{\alpha x} + \beta B_1 e^{\beta x})} \tag{36}$$

Berechnet man für die Gleichstrombeispiele 1 und 3 den Wirkungsgrad, so erhält man die in Abb. 2 und 4 eingetragene Wirkungsgradkurve. Man erkennt, daß der Wirkungsgrad für $x = 0$ nahezu Eins ist, daß er aber dann rasch abfällt und natürlich an der Stelle, an der ϑ_2 das Maximum hat, zu Null wird. Für größere Werte von x würde der Wirkungsgrad negativ werden, d. h. der Temperaturwechsler arbeitet nicht mehr in der gewünschten Weise. Das heißere Medium gibt in diesem Falle zwar Wärme ab, das kalte nimmt aber keine Wärme mehr auf, sondern gibt selbst noch Wärme an die Umgebung ab. Der Wirkungsgrad verliert hier also seine Bedeutung.

Auch für Beispiel 2 ist der Wirkungsgrad für jede Stelle des Wärmeaustauschers nach Gleichung (36) ausgerechnet. Der Wirkungsgrad hält sich hier dauernd in beträchtlicher Höhe und ist selbstverständlich da am größten, wo die Temperaturdifferenz gegen die Umgehung am kleinsten ist. (Abb. 3).

Für Beispiel 5 ergibt sich ein Wirkungsgrad, wie er in Abb. 6 eingezeichnet ist. Er wird zu Null für x=10 m, d. h. dort, wo die Kurve »Zwei« das Minimum hat. Für größere Werte von x verliert er wieder seine Bedeutung, weil da der Apparat wieder nicht mehr im gewünschten Sinne wirkt, denn nur im Bereiche von 0—10 m wird das Medium »Eins« abgekühlt und Medium »Zwei« erwärmt.

Der Gesamtwirkungsgrad bis zu einer bestimmten Stelle x ergibt sich einfach aus dem Quotienten, der bis zur Stelle x an den kalten Stoff übergegangenen zu der vom warmen Stoff abgegebenen Wärmemenge. Auch dieser Gesamtwirkungsgrad (η_{ges}) der nicht etwa durch Mittelwertsbildung aus den Einzelwirkungsgraden gewonnen werden kann, ist in den Abbildungen angegeben.

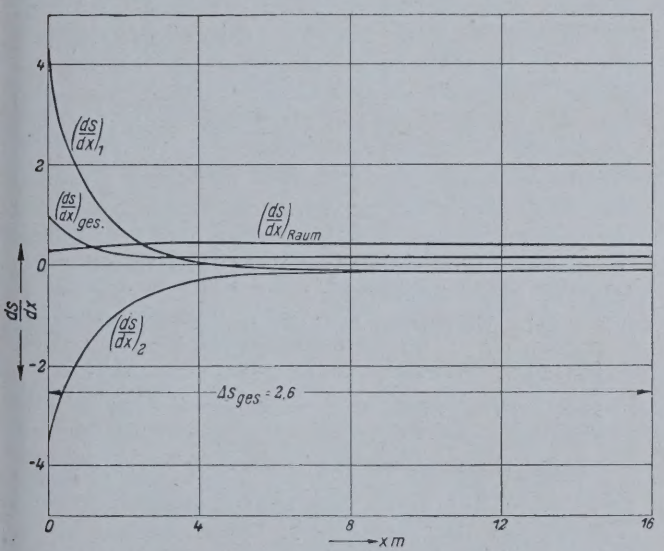


Abb. 7.

VI. Die Zunahme der Entropie in den Wärmeaustauschern. Man kann jedem Punkt des Wärmeaustauschers eine bestimmte Entropiezunahme zuschreiben. Man hat es dabei mit drei Entropieänderungen zu tun, einerseits mit den Entropieänderungen der beiden in Wärmeaustausch befindlichen Medien und dann mit der Entropieänderung der Umgebung. Für Gleichstrom gilt folgendes: Die Entropieänderung des Mediums »Eins« auf der Strecke d x ist $\frac{W_1}{T_1}\frac{d\vartheta_1}{dx}$, die Entropieänderung des Mediums »Zwei« $\frac{W_2\, d\vartheta_2}{T_2\, dx}$. T_1 und T_2 sind dabei die absoluten Temperaturen der beiden Stoffe im Punkte x. Die Entropieänderung der Umgebung ist gleich der an die Umgebung abgegebenen Wärmemenge dividiert durch die absolute Temperatur der Umgebung, und daher

$$-\left(\frac{W_1}{T_R}\frac{d\vartheta_1}{dx}+\frac{W_2}{T_R}\frac{d\vartheta_2}{dx}\right)$$

Damit ergibt sich für die gesamte Entropieänderung bei Gleichstrom die Gleichung:

$$(37)\quad \frac{ds}{dx}=\frac{W_1}{T_1}\frac{d\vartheta_1}{dx}+\frac{W_2}{T_2}\frac{d\vartheta_2}{dx}-\left(\frac{W_1}{T_R}\frac{d\vartheta_1}{dx}+\frac{W_2}{T_R}\frac{d\vartheta_2}{dx}\right)$$

Für Gegenstrom ist die Entropieänderung, wie leicht einzusehen ist,

$$(38)\quad \frac{ds}{dx}=\frac{W_1}{T_1}\frac{d\vartheta_1}{dx}-\frac{W_2}{T_2}\frac{d\vartheta_2}{dx}-\left(\frac{W_1}{T_R}\frac{d\vartheta_1}{dx}-\frac{W_2}{T_R}\frac{d\vartheta_2}{dx}\right)$$

Es ändert sich bei Gegenstrom also wiederum nur das Vorzeichen von W_2.

Nach der Gleichung (37) wurde für Beispiel 3 der Verlauf der Entropiekurve berechnet. (Abb. 7). Positives $\frac{ds}{dx}$ bedeutet Zunahme, negatives Abnahme. Die Entropieänderungen des Stoffes »Eins« sind immer negativ, weil er sich dauernd abkühlt. Die Entropieänderungen von »Zwei« sind so lange positiv, als eine Erwärmung eintritt, im Umkehrpunkt Null und dann bleiben die Aenderungen dauernd negativ, es findet also ebenfalls eine Entropieabnahme statt. Die Aenderung der Raum-Entropie ist naturgemäß stets positiv und ist am größten da, wo die

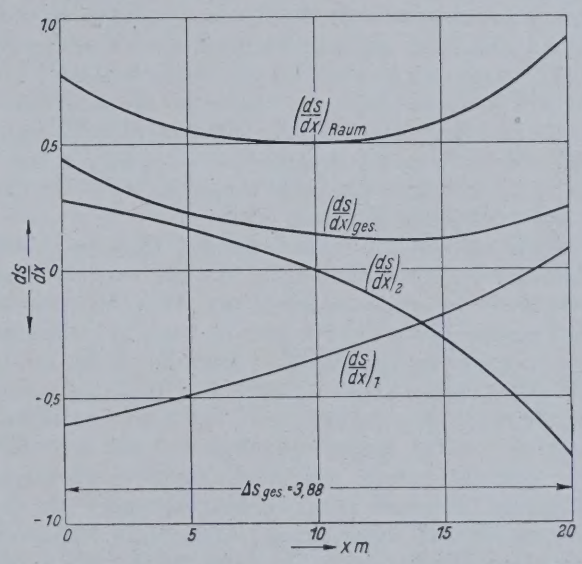


Abb. 8.

größte Temperaturdifferenz gegen die Umgebung besteht, ebenso ist die Summe aller Aenderungen stets positiv. Die Gesamt-Entropiezunahme ist das Integral über die gesamten Einzeländerungen.

Auch für das Gegenstrombeispiel 5 wurde die Rechnung nach Gleichung 38 durchgeführt. (Abb. 8). Auf eine Diskussion der Kurven sei hier verzichtet.

Die Betrachtung des Entropieverlaufes bei Wärmeaustauschapparaten hat nicht nur theoretisches Interesse. Vom thermischen Standpunkt aus wird stets der Wärmeaustauscher der beste sein, der die geringste Entropiezunahme zeigt.

In der Praxis freilich wird man sich nicht nur um die thermische Seite des Problems kümmern können. Dort muß ein Kompromiß geschlossen werden zwischen thermischen und wirtschaftlichen Forderungen.

Die Bedeutung niederer Temperaturen in der Biologie.

Von Prof. Dr. Albrecht Hase, Berlin-Dahlem.

(Fortsetzung statt Schluß.)

5. Ueber die polare und Hochgebirgs-Tierwelt.

Wir gehen wohl nicht fehl mit der Annahme, daß einige Angaben über diese Tierwelt den Lesern dieser Zeitschrift besonders willkommen sind. Handelt es sich hier doch um Formen, welche, um ein Bild zu gebrauchen, im dauernden Kampfe mit der Kälte leben. Die Einwirkung der tiefen Temperaturen mußte sich natürlich in irgendwelcher Weise auswirken. Bemerkenswert ist, daß tatsächlich die Dauerbewohner der Hochgebirge und die Polartiere viele Wesenszüge gemeinsam haben; dies trifft sogar auf Formenkreise zu, welche räumlich Tausende von Kilometern getrennt leben. Von den poikilothermen Tieren, die in die Zonen ewigen Eises und Schnees vordrangen, sind es in erster Linie Wasserbewohner. Die Artenzahl tritt zurück, dafür wächst der Individuenreichtum der betreffenden Wohngebiete (Küsten der polaren Länder). Manche Flohkrebse (Amphipoda), gewisse Krabben finden sich nur in den eiskalten polaren Gewässern, dafür aber in erstaunlicher Fülle. Das Gleiche gilt von den Bewohnern der kalten Tiefseegewässer. Lachse und Schellfische z. B. sind 2 Familien, die hauptsächlich im hohen Norden vorkommen. Aber auch einige wechselwarme Landtiere finden sich oft in ungeheurer Menge auf Schnee- und Eisfeldern, so z. B. der Gletscherfloh (Desoria) und der Schneefloh (Degeeria). Das Leben dieser ist völlig auf tiefe Temperaturen eingestellt; in wärmerer Umgebung gedeihen sie nicht.

Daß eigenwarme (homoiotherme) Tiere in polaren Gebieten zu leben vermögen, ist nur möglich durch eine Reihe von Besonderheiten. Hier können wir nur wenige Beispiele bringen und die gemeinsamen Wesenszüge herausgreifen. Da die eigenwarmen Tiere nur leben können, wenn ihre Innentemperatur auf gleicher Höhe gehalten wird, so muß der Wärmeabgabe ständig entgegengearbeitet werden. Oder, was dasselbe besagt, der Wärmeverlust muß auf ein möglichst geringes Maß zurückgeschraubt werden. Um dieses Ziel zu erreichen, schlägt die Natur verschiedene Wege ein. Da bekanntlich ein großer Körper (bei sonst ähnlicher Form) eine relativ kleinere Oberfläche besitzt als ein kleinerer Körper, so wird von dieser Eigentümlichkeit Gebrauch gemacht. Ins Zoologische übersetzt heißt das, ein großer gedrungener Tierkörper mit eng anliegenden Gliedmaßen vermindert die Gesamtoberfläche; d. h., die wärmeausstrahlende Oberfläche wird verkleinert. Ganz allgemein konnte Bergmann feststellen, daß bei eigenwarmen Tieren die größeren Arten (natürlich auf verwandte Arten bezogen) der Polarwelt und dem Hochgebirge angehören. Es gibt für eigenwarme Tiere eine Mindestgröße, unter die sie, eben aus obigen Grundsatz, nicht heruntergehen können; oder, was dasselbe besagt, von nahe verwandten Arten vermögen nur die größeren sich dauernd im Norden zu erhalten. Umgekehrt verhält es sich bei Poikilothermen. Hier finden wir in kalten Zonen nur kleinere Arten als in warmen Gegenden. Besonders hinsichtlich der Amphibien, Reptilien und Insekten tritt dies in Erscheinung.

Obiger wichtiger tiergeographischer Satz heißt nach seinem ersten Entdecker und Begründer Bergmann, die »Bergmannsche Regel«; ins Technische übersetzt würde sie lauten: Verkleinerung der Oberfläche zwecks Wärmeersparnis. Die Richtigkeit ist (durch Messungen) an vielen Beispielen zu belegen. Z. B. ist der Zaunkönig in Island größer als in Deutschland. Hirsch, Wolf, Reh und Wildschwein sind in Sibirien größer als in Deutschland, und die deutschen Vertreter sind größer als die aus Südeuropa. So beträgt die Schädellänge des Wildschweines:

in Südspanien . .	324 mm
in Nordspanien . .	353 mm
in Deutschland . .	380 bis 410 mm
in Weißrußland . .	465 mm
in Ostsibirien . .	560 mm

Der Schneehase (Lepus timidus) zeigt Schädellängen von 70 mm in Schottland, 77,8 mm in Nordskandinavien und 87,5 mm in Nordsibirien. Diese Beispiele mögen genügen, viele andere finden sich bei Hesse, 1924. Eine Bestätigung erfuhr die Bergmannsche Regel unter anderem durch die Beobachtung, daß eigenwarme Tiere des hohen Nordens, in wärmere Gebiete künstlich eingebürgert, gegenüber den Stammformen kleiner wurden. Zusammenfassend läßt sich ganz allgemein sagen: die Kälte bewirkte ein Größerwerden der Form, um die wärmeabgebende Oberfläche nach Möglichkeit zu verringern. Zwecks Wärmeersparnis ist dies unbedingt erforderlich, denn die Unterschiede zwischen Innentemperatur der polaren Säuger und Vögel gegenüber der Außentemperatur sind bisweilen ganz erstaunlich, wie folgende Zahlentafel lehrt:

Art	Körpertemp. °C	Außentemp. °C	Unterschied °C
Polarfuchs	+39,6	—35,0	74,6
Polarwolf	+40,5	—32,8	73,3
Polarhase	+38,3	—29,4	67,7
Schneehuhn	+43,3	—37,3	80,6

Möglich ist das Halten der hohen Körpertemperatur eben nur durch besondere Einrichtungen und Verhältnisse des Tierkörpers. Eine dieser Einrichtungen, Oberflächenverkleinerung, lernten wir soeben kennen.

Verringert wird dabei die Wärmeabgabe noch durch die thermische Isolierung. In dieser Hinsicht stellen die Feder- und Haarkleider der Polar- und Hochgebirgstierwelt das Vollkommenste dar, was man sich denken kann. Ich glaube, die Technik — vor allem die Kältetechnik — kann durch eingehendes Studium dieser »natürlichen Wärmeisolatoren« noch vieles lernen. Wir finden beispielsweise, daß beim Renntierpelz die Haare an den Wurzeln etwas dünner sind als an der Spitze, dort ist sogar Luft in die Haare eingelagert. Außerdem tritt eine gewisse Verfilzung der Haare ein, so daß beim lebenden Renntier durch den Pelz ein »Kälteschutzmittel« allerersten Ranges entstanden ist. Aehnliches gilt für die übrigen polaren Pelztiere und Vögel. Pelz bezw. Federkleid verhindern ein Abfließen der Wärme. Unterstützt wird die thermische Isolierung in vielen Fällen auch durch Fett- und Transchichten. Walroß, Walfisch, Seehund, Renntier sind mit so ansehnlichen Speckschichten gepanzert, daß eine völlige Isolation des blutwarmen Binnenkörpers erzielt wird. Wie vorzüglich diese Wärme- oder Kälteisolation — wie

man sie nennen will — wirkt, soll nur an zwei Beispielen erläutert werden. Eine Robbe kann stundenlang auf dem Eise liegen, ohne daß der Körper ins Eis einschmilzt. Oder: Ein totes Walroß, daß 12 Stunden im Eiswasser gelegen hatte, zeigte im Innern noch eine Temperatur von $+30^0$.

Natürlich ist trotz der vorzüglichen Isolierung die hohe Körperwärme nur zu halten, wenn eine entsprechende Stoffaufnahme und ein Stoffumtrieb nebenhergeht. Dieses ist bei den Polartieren der Fall, die sogenannte Allesfresser sind und ihre Freßzeiten lange ausdehnen. Die allgemeine Steigerung des Stoffwechsels bringt auch einen erhöhten Blutumtrieb mit sich, und die hierzu nötige Herzarbeit muß eine größere sein. Diesen erhöhten Ansprüchen wird ein in bestimmten Grenzen vergrößertes Herz der Tiere in den kalten Regionen gerecht. Sorgfältige Untersuchungen (Wägungen und Messungen) bestätigen auch dies. So z. B. hatten Sperlinge aus der Petersburger (Leningrader) Umgebung ein Herzgewicht von 15,7‰ und Sperlinge der viel wärmeren Tübinger Umgebung nur ein solches von 13,0‰. Es sprechen bei der Wärmeregulierung aber auch nervöse und innersekretorische Dinge mit. Darüber wird in den Abschnitten 6 und 7 noch einiges gesagt werden.

Schließlich sei noch eine Eigentümlichkeit der Tiere kalter Gegenden erwähnt. Um zu grimmiger Kälte auszuweichen, lassen sich die Tiere oft einschneien und verbringen in den Schneehöhlen die Zeit der tiefsten Temperatur. Wie vorzüglich gerade Schneedecken isolieren, ist durch viele Messungen ermittelt. Ein kurzes Beispiel genügt. Bei einer Lufttemperatur von -17^0 wurde 5 cm unter der Schneedecke nur noch $-11{,}3^0$ und 12 cm unter der Schneedecke nur noch $-9{,}2^0$, also rund die Hälfte der Lufttemperatur, gemessen.

Damit sei das Kapitel geschlossen! Wir sahen, daß alle die Formen, die den Kampf mit der Kälte erfolgreich im Laufe der Erdgeschichte aufgenommen haben, in irgend einer Weise dafür ausgerüstet sind, eben deshalb, weil das dauernde Leben in tiefen Temperaturen ganz besondere Ansprüche stellt. Bei der Ueberfülle des vorhandenen Stoffes konnte aber nur ein ganz kleiner Ausschnitt gegeben werden.

6. Ueber die Winterruhe der Tierwelt gemäßigter Zonen.

Der Wechsel von Kälte und Wärme im Laufe der Jahreszeiten bringt tiefgehende Veränderungen in der gesamten Lebewelt mit sich. Es ist selbstverständlich, daß diese Erscheinung der Gegenstand unzähliger Untersuchungen wurde und noch werden wird. Sind doch viele Probleme noch längst nicht befriedigend gelöst, erinnert sei nur an die Erscheinung des Vogelzuges. Die einsetzende Kälte im Herbst — es braucht sich zunächst noch gar nicht einmal um dauernden Frost zu handeln — zwingt den meisten wechselwarmen Tieren eine Winterruhe auf. In erster Linie denen, die an die Vegetation gebunden sind. Die Fleischfresser unter ihnen sind in zweiter Linie betroffen, dadurch, daß die ihnen nötigen Nahrungstiere nach und nach verschwinden. Besonders interessant sind die Einwirkungen der Kälte auf eine Reihe von eigenwarmen Säugern. Sie verfallen in den sog. Winterschlaf. Nur über die Winterruhe der Insekten und über den Winterschlaf der Säuger soll das Wichtigste hervorgehoben werden.

a) Die Winterruhe der Insekten

vollzieht sich in der mannigfachsten Weise. Bei unseren heimischen Insekten kann sie sich vollziehen:

a) im Eizustand (z. B. Nonne, Schwammspinner, Ringelspinner, Frostspanner, Blattläuse)
b) als Larve (z. B. Maikäfer, Kiefernspinner)
c) als Puppe (z. B. Kohlweißling, Forleule, viele andere Tagschmetterlinge, Fliegen, Käfer)
d) als Vollkerfen (viele Wasserinsekten, Stechmücken, Wurzelläuse, Wespen, Hummeln, Hornissen, Wildbienen, viele Fliegen, Ameisen).

Die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen ist fast unübersehbar. Hervorgehoben sei, daß die Formen, die als Vollkerfen überwintern, mehr oder minder geschützte Schlupfwinkel (Winterquartiere) aufsuchen, deren Temperatur in der Regel etwas über dem Nullpunkt liegt. Für praktische Zwecke spielt die Bekämpfung mancher Arten (z. B. Mücken) in den Winterquartieren eine wichtige Rolle. Die Kältefestigkeit vieler, im Freien überwinternder Insekten ist auffällig. Einmal halten diese Formen niedere Temperaturen nahe dem Nullpunkt in allen Stadien längere Zeit aus, und zweitens können sie auch sehr tiefe, in der Natur im allgemeinen nur selten vorkommende Temperaturen ertragen. Es ist zweifellos berechtigt, von einer bestimmten Kältefestigkeit unserer heimischen Insektenwelt zu sprechen. Demgegenüber ist bemerkenswert, ein Teil von unseren Vorratsschädlingen, besonders die eingeschleppten Formen, sind viel weniger kältefest. Die Vorratsschädlinge leben ja auch überwiegend in geschlossenen Räumen, zum mindesten erlangen sie ihre Massenvermehrung nur in geschlossenen Räumen. Planmäßige Untersuchungen über die feineren Zusammenhänge auf diesem Gebiete dürften noch manche, auch praktisch auswertbare Ergebnisse zeitigen. Auffallend ist immer wieder, wie rasch im Herbst das Insektenleben erlischt, vor allem, soweit es für uns sichtbar ist, und wie mit gleicher Schnelligkeit es im Frühling, nach den ersten warmen Tagen, wieder einsetzt. Begründet ist diese Erscheinung vor allem in der Tatsache, daß die wechselwarmen Insekten hinsichtlich ihrer Lebenstätigkeit zum weitaus größten Teil von der Außentemperatur völlig beherrscht sind. Was aber schon längst besonderes Interesse erregte, ist, daß bei vielen Formen, besonders bei Schmetterlingen aus den überwinterten Puppen eine Generation hervorgeht, die in Farbe und Zeichnung von der Generation, die nicht überwinterte, abweicht. Diese als Saisondimorphismus bezeichnete Erscheinung wurde schon viel untersucht und hat mit den Ausgang zu berühmten Temperatur-Experimenten an Insekten gebildet.

In den letzten Jahren haben sich nun eine ganze Reihe Forscher noch mit der Frage beschäftigt, wie die kolonieweise lebenden Insekten (in erster Linie Bienen und Ameisen) den Bestand der Kolonie während des Winters sichern. Auf Einzelheiten muß ich leider völlig verzichten und mich mit dem Hinweis begnügen, daß bei Ameisen und Bienen »eine Art Wärmewirtschaft« besteht, um der andringenden Kälte zu begegnen. Ein Ausfrieren des Stockes ist eben der Tod der Kolonie, und deshalb vereinigen alle Nestinsassen ihre Kräfte zu gemeinsamer Abwehr. — Schließlich sei noch auf eines hingewiesen. Vielfach spricht man von einem »Winterschlaf« der Insekten;

das entspricht meines Erachtens nicht den Tatsachen. Da bei den poikilothermen Insekten eine Wärmeregulation im einzelnen Individuum nicht oder kaum besteht, so handelt es sich nicht um echte Winterschlafzustände, sondern nur um eine »Winter- oder Kältestarre«, die natürlich äußerlich einem Schlafzustande mehr oder minder ähnlich sieht. Hier sind aber noch viele Dinge im Fluß, und ein vorsichtiges Abwägen ist sehr am Platze. Um so mehr fällt es auf, daß koloniebildende Insekten wie Ameisen und Bienen als soziale Gemeinwesen, d. h. in ihrer Gesamtheit, eine Wärmeregulation in ihren Nestern betreiben. Sorgen doch die Ameisen für eine bestmögliche Wärmebeeinflussung ihrer Brut dadurch, daß sie dieselbe in wärmere bezw. kühlere Nestschichten tragen. In diesem Zusammenhang sei nochmals auf die vorhergehenden Ausführungen verwiesen, in denen von der Wärme- bezw. Kälteempfindung dieser Tiere die Rede war.

b) Ueber den Winterschlaf der Säuger.

Die merkwürdige Erscheinung ist altbekannt, und sie hat auch, da dem einfachen Beobachter vieles gänzlich unerklärbar war, zu Wunder- und Mythenbildung angeregt.

Wir halten daran fest, »Winterschläfer« im eigentlichen Sinne sind nur Säuger. Als Vertreter seien genannt:

1. Erdhörnchen, 2. Siebenschläfer, 3. Gartenschläfer, 4. Haselmaus, 5. Murmeltier, 6. Igel, 7. Fledermäuse, 8. Dachs, 9. Hamster. Ferner könnte man noch Marder und Bär zu den Winterschläfern rechnen, obwohl es von anderen Beobachtern bestritten wird. Bei diesen Tieren beginnt, und das ist das Wesentliche, mit Eintritt der Kältewirkung die während des Wachseins völlig konstante, hohe Eigenwärme zu sinken. Die Lebhaftigkeit läßt nach, und schließlich verfallen die Tiere in einen Schlafzustand, der 6 Wochen bis 9 Monate anhalten kann. Fledermäuse und Murmeltiere schlafen 5—6 Monate, Igel und Ziesel 3—4 Monate, Hamster, Siebenschläfer, Haselmaus 2—3½ Monate. Auch Dachs und Eichhorn können 2—3 Monate im Schlafzustand verharren. Verbracht wird der Schlaf meist in eigens hergerichteten Bauen; bei Fledermäusen wird darauf verzichtet, doch suchen diese mehr oder weniger geschützte Orte (Keller, Böden, Höhlen) auf. Die Temperatur in den eigenen Kunstbauten bezw. Schlupfwinkeln der Tiere liegt über dem Nullpunkt, etwa bei $+6$ bis $+10^0$. Im Heidelbergerschloßkeller überwintern die Fledermäuse z. B. in einer Temperatur von $+6^0$ und besitzen dabei eine Eigentemperatur von $+8$ bis $+9^0$. Der Schlafzustand kann ohne Pause und mit Pause ablaufen. So weit nun Untersuchungen vorliegen, ergeben sich recht merkwürdige, bisweilen widersprechende Befunde. Einige Einzelheiten mögen folgen! Schlafende Haselmäuse, den Winter über im mäßig geheizten Zimmer gehalten, wachten nicht auf. Kälteeinwirkung in den Sommermonaten versetzte die Tiere nicht in den Schlafzustand. — Als Weckreiz wirken, das ist auch merkwürdig, starke Kältereize und höhere Wärmegrade. Es verfallen aber zur Herbstzeit die Tiere unter Umständen auch im geheizten Zimmer in den Schlaf. Alle diese Beobachtungen weisen mit darauf hin, daß innere Zustände, die vom Zentralnervensystem ausgehen, den Eintritt des Schlafes mitbewirken bei entsprechenden Kältereizen. Die Körpertemperatur, welche Winterschläfer im Schlafzustande haben, ist verschieden; ein Beispiel genügt.

Ein schlafendes Murmeltier zeigte folgende Temperatur gegenüber der Außentemperatur:

Tier	Außentemperatur
$+10{,}6\ ^0$C	$+10{,}5\ ^0$C
$+\ 6{,}4\ ^0$C	$+\ 6{,}2\ ^0$C
$+\ 5{,}9\ ^0$C	$+\ 5{,}5\ ^0$C

Zu beachten ist auch, daß zur Erzielung des Schlafzustandes nicht eine tiefe Temperatur weit unter Null notwendig ist, sondern daß die Wirkung von kühlerer Temperatur $+6$ bis $+10^0$ völlig ausreicht.

Erwachen die Schläfer, so genügen oft wenige Minuten zur Erreichung der normalen Körpertemperatur. Eine Fledermaus z. B. von $+4$ bis $+5^0$ zeigt nach einigen Minuten eine Temperatur von $+38^0$. »Das Tier wird warm, weil es erwacht; es erwacht nicht, weil es warm wird« ist von einschlägigen Untersuchern gesagt worden. Die vielen merkwürdigen Erscheinungen an Winterschläfern sind noch längst nicht alle restlos geklärt, obwohl schon mancher Schleier gelüftet wurde. Halten wir das Wichtigste fest, so ergibt sich: bei gewissen Warmblütern bewirken schwache Kältereize eine Umstellung der Wärmeregulation, die gewissermaßen außer Funktion gesetzt wird. Starke Kältereize aber bewirken ein Aufwachen aus dem Schlafe ebenso wie starke Wärmereize.

Neuere Untersuchungen legten nun dar, daß Drüsen mit innerer Sekretion, vor allem die Schilddrüse, bei dem Winterschlaf eine wichtige Rolle spielen, und daß die Kälte allem Anschein nach auf diese Drüsen besonders stark wirkt. Nebennieren, Keimdrüsen, Schilddrüsen u. a. zeigen Veränderungen während der Winterschlafzeit. Ausgelöst werden die Zustände durch Kältewirkung. Daß Kältereize gerade auf die zum normalen Leben so ungeheuer wichtigen innersekretorischen Drüsen einwirken, ist ein Punkt, den ich besonders hervorheben möchte.

Dem Mediziner ist es längst bekannt, daß bei Menschen die Schilddrüse, Nebennieren und Hypophyse bei der Wärmeregulation des Körpers mit eine wichtige Rolle spielen. Mir scheint hier ein Angelpunkt gegeben zu sein, um experimentell auch bei anderen warmblütigen Tieren — die nicht Winterschläfer sind — noch weitgehend Kältewirkungen zu erzielen. (Schluß folgt).

Die Kältemaschinen auf der Technischen Messe in Leipzig 1928.

Das Leipziger Meßamt hat in diesem Jahre zum ersten Male eine zusammenhängende kältetechnische Ausstellung organisiert, an der sich 15 Firmen beteiligt haben. Bei dieser Gelegenheit wurden im großen Vortragssaal auf dem Ausstellungsgelände die zwei folgenden Vorträge gehalten:

Prof. Dr.-Ing. Plank, Karlsruhe:
»Ueber Kälteerzeugung und Kälteverwendung«.

Regierungsrat Dr. Zacher, Berlin:
»Die biologische Wirkung der Kälte und ihre Ausnützung für Schädlingsbekämpfung und Vorratsschutz«.

Die Ausstellung beschränkte sich fast ausschließlich auf Kleinkältemaschinen.

I. Kompressions-Maschinen.

1. Gesellschaft für Lindes Eismaschinen, Wiesbaden, in Verbindung mit G. H. Walb & Co., Mainz, sowie mit der Maschinenfabrik Eßlingen.

Ein zweizylindriger stehender NH_3-Kompressor, Bauart Eßlingen, für 28000 kcal/h.

Zwei Rheinland-Kompressoren, stehend, einzylindrig von je 5000 kcal/h, der eine in Verbindung mit einem Konditorei-Kühlschrank und Speiseeiserzeuger, der andere in Verbindung mit einem zweistufigen Milchkühler zur Kühlung von 700 Liter Milch/h. Diese Anlage hat ein automatisches Schwimmer-Regelventil und eine automatische Oel-Rückführung.

Ein Haushalt-Kühlschrank mit daraufgesetzter Autopolar-Maschine für 200 kcal/h bei 1000 Umdr./min. Es ist dieses das neueste und kleinste Modell dieser Maschine. Der Schrank ist mit 10 cm, die Tür mit 8 cm Korksteinplatten isoliert; er hat eine Vollautomatik der Firma Metzenauer & Jung in Elberfeld. Der von der Lufttemperatur im Schrank beeinflußte Thermostat betätigt das elektromagnetische Kühlwasserventil; sobald genügend Wasser durch den Verflüssiger fließt, wird der mit einem Schwimmer versehene Sicherheitsschalter gehoben, wobei ein Quecksilber-Relais den elektrischen Strom schließt und den Motor anlaufen läßt.

Eine Autopolar-Maschine für 3000 kcal/h in Verbindung mit einer Kühlzelle.

2. Escher Wyß-Werke, Lindau.

Gezeigt wurde nur die Autofrigor-Maschine. Haushalt-Kühlschränke verschiedener Größe von 0,25 bis 1,6 m^3 Inhalt. Eine vierfach verglaste Schau-Kühlzelle mit einer Maschine von 1500 kcal/h bei unmittelbarer Verdampfung und reiner Luftkühlung. Eine Konditorei-Maschine von 1500 kcal/h; ein Fisch-Tiefkühlbehälter zum Gefrieren von 100 bis 150 kg Fische pro Tag bei einer Soletemperatur von -20^0 mit angebautem Vorratsschrank. Zwei Maschinen von 3500 kcal/h. Auf Wunsch werden die Kühlschränke und Kühlanlagen mit einer elektrischen Automatik, System Sauter-Basel, ausgerüstet.

3. Frigidaire G. m. b. H., Berlin.

Der sehr umfangreiche Stand umfaßt folgende Gegenstände: Verschiedene Haushaltschränke in einfacher und in Luxusausführung von 0,14 bis 0,5 m^3 Nutzraum. In der Regel ist die Maschine im unteren Teil des Schrankes angeordnet; bei dem kleinsten Modell wird sie aber oben auf den Schrank gesetzt und bildet dann mit dem Verdampfer eine geschlossene Einheit.

Gewerbliche Kühlschränke von 1 bis 8 m^3 Inhalt.

Zwei Ladentischaufsätze mit Glasfront.

Eine zerlegbare Kühlzelle für Fleischer- und Restaurationsbetriebe.

Ein Milchausschanktisch mit automatischer Vacuum-Milcheinfüllvorrichtung.

Ein Bierbüfett mit Likörkühlung; ein Hotel-Flaschenkühlschrank für 200 Flaschen; zwei Konditorei-Maschinen; ein Milchkühler mit angebautem Kühlschrank.

Bei den ausgestellten Maschinen findet man neben den luftgekühlten Verflüssigern mit glatten Kupferrohren auch solche mit Rippenrohren mit auffallend kleinem Platzbedarf. Sämtliche Maschinen arbeiten mit unmittelbarer Verdampfung, ohne Sole.

4. Bamberger-Leroi & Co., Frankfurt a. M. (Kelvinator).

Verschiedene Haushalt-Kühlschränke in einfacher und Luxusausführung von 0,15 bis 0,5 m^3 Nutzraum.

Gewerbliche Kühlschränke von 1 bis 2,5 m^3 Nutzraum.

Kühlzelle von 7 m^3 mit Kältespeicher und wassergekühlter Maschine von 600 kcal/h mit Elektromotor von $^1/_4$ PS (System Nizer).

Vergleichsweise 2 gleiche deutsche Holzschränke (Bing) von 0,15 m^3 Nutzraum, der eine mit Eiskühlung, der zweite mit maschineller Kühlung. Die Maschine kann zu einer späteren Zeit gekauft und in denselben Schrank eingesetzt werden; ihre Kälteleistung beträgt 200 kcal/h, Motor $^1/_6$ PS, Drehzahl des Kompressors 350/min, luftgekühlter Verflüssiger mit Rippenrohren.

Eine Konditorei-Kühlanlage und ein gekühlter Ausschanktisch.

5. Sylbe & Pondorf, Schmölln. (Rota-Kühlanlagen).

Drehkolben-Kompressoren neuester Bauart für Kälteleistungen von 500, 1000, 2000, 3000, 6000 und 10000 kcal/h bei 1000 bis 750 Umdrehungen pro Minute. Die größte Maschine dieser Type leistet 20000 kcal/h bei 600 Umdrehungen. Doppelrohr- und Rohrbündel-Verflüssiger. Automatisches Regelventil. Die Kompressoren und Elektromotoren sind pendelnd aufgehängt; die Verbindung mit Verdampfer und Verflüssiger ist durch Hochdruck-Metallschläuche (Metallschlauch G. m. b. H., Pforzheim) hergestellt. Automatische Einrichtungen von den Cumulus-Werken in Freiburg i. Br. Ein Milchkühler, eine Kühlzelle.

6. Borsig-Mannesmann Kälteanlagen-Vertrieb G. m. b. H., Berlin.

Ein stehender gekapselter NH_3-Kompressor von 1000 kcal/h, eingebaut in einen grossen Wirtschaftsschrank von 1,4 m^3 Inhalt. Für das Anlassen genügt ein Handgriff, durch den gleichzeitig elektrischer Strom und Kühlwasser eingeschaltet werden. Ein stehender gekapselter NH_3-Kompressor von 3000 kcal/h, der sowohl einen größeren Kühlschrank, wie auch eine Kühlzelle mit Solespeicher bedient.

7. Schwarzwald-Werke Lanz, Mannheim.

Vier stehende gekapselte NH_3-Kompressoren neuester Bauart von 5000, 10000 und 18000 kcal/h (einzylindrig) und von 36000 kcal/h (zweizylindrig).

8. Maschinenfabrik Germania, Chemnitz.

Einige stehende einfachwirkende NH_3-Kapselkompressoren, ein- und zweizylindrig, mit Kälteleistungen von 3000 bis 32000 kcal/h bei 400 bis 270 Umdr./min.

Ein stehender doppeltwirkender NH_3-Kompressor mit A-Gestell von 60000 kcal/h bei 260 Umdr./min. mit Druckschmierung. Ein liegender doppeltwirkender NH_3-Kompressor von 60000 kcal/h.

Einer der kleinen Kompressoren war im Betrieb und bediente eine Kühlzelle von 14 m^3 (gebaut von Franz Weber, Leipzig), einen Milchkühler für 3000 Liter/h und eine Konditorei-Kühlanlage. Diese Anlage

hat eine Automatik von Metzenauer und Jung, Elberfeld. (Vgl. unter 1).

9. Eduard Ahlborn, Hildesheim.

Ein stehender, gekapselter NH_3-Kompressor von 7500 kcal/h mit im Kolben angeordnetem Sicherheitsventil.

Ein stehender gekapselter NH_3-Kompressor von 3500 kcal/h mit vom Kolben gesteuerten Saugschlitzen, der eine Konditorei-Kühlanlage mit Kühlschrank bediente.

Ein gleicher Kompressor in Verbindung mit einer Fleischkühlzelle.

Ein stehender CO_2-Kompressor von 5000 kcal/h in Verbindung mit einer Kühlzelle.

10. Gerlach-Werke A.-G., Nordhausen.

Eine elektrisch-automatische Kühlanlage von 1000 kcal/h mit stehendem, einfachwirkenden NH_3-Kompressor in Verbindung mit einem Milchkühler und einer Konditorei-Maschine.

Ein stehender NH_3-Kompressor von 6000 kcal/h bei 300 Umdr. pro Minute.

Eine Kühlzelle für unmittelbare Verdampfung mit Solespeichern.

11. Wumag, Abteilung Maschinenbau, Görlitz.

Eine Roheis-Erzeugungsanlage für Ausfuhrzwecke, bestehend aus stehendem Kapselkompressor für 4000 kcal/h, Elektromotor, Eiserzeuger für 120 kg Eis in 4 bis 5 h (ohne Rührwerk) und Doppelrohr-Verflüssiger. Die ganze Anlage kommt betriebsfertig in einem Collo zum Versand.

12. Alfred Teves, G. m. b. H., Frankfurt a. M.

Fünf Haushalt-Kühlschränke mit unten angeordneter Maschine nach amerikanischer Bauart.

Einzylindriger Chlormethyl-Kompressor für 200 kcal/h bei 430 Umdr./min., Motor 1/4 PS. Luftgekühlter Verflüssiger. Verdampfer mit Chlorkalzium-Sole. Kühlschrank von 0,16 m^3 Inhalt mit 6 cm Korkstein isoliert. Der Thermostat im Schrank wird von der Temperatur der Sole beeinflußt.

Ein größerer Kühlschrank von 0,3 m^3 mit der gleichen Maschine.

II. Absorptionsmaschinen.

1. Borsig-Mannesmann-Kälteanlagen Vertrieb G. m. b. H., Berlin.

Vier Haushalt-Kühlschränke von 0,12 bis 0,75 m^3 Inhalt für elektrische Heizung.

Ein Tropenschrank im Pavillon der U. d. S. S. R. zum Gefrieren von Wild und Fischen, für elektrische Heizung.

2. Maschinenfabrik Eßlingen (Gesellschaft für Linde's Eismaschinen).

Ein vollautomatischer Elektro-Kühlschrank von 0,25 m^3 Nutzraum, dessen Temperatur durch Verstellung eines Druckknopfes in den Grenzen von —5 bis +10 Grad Cels. eingestellt werden kann. Innere Auskleidung mit Aluminiumblech. Verdampfer ohne Sole.

3. Schwarzwald-Werke Lanz, Mannheim.

Drei Haushalt-Kühlschränke mit trockenen Absorptionsmaschinen (ohne Wasser) von 0,15 bis 0,5 m^3 Nutzraum, für Gasheizung.

4. F. Garelli & Co., Berlin. (Senssenbrenner, Düsseldorf).

Ein kleiner elektrisch beheizter Kühlschrank von 65 Liter Inhalt, Kälteleistung 300 kcal je Kochung.

Derselbe Schrank als Tropenmodell besonders stark isoliert und für Petroleumheizung eingerichtet. In beiden Schränken lassen sich auch kleine Mengen Roh- oder Speiseeis erzeugen.

III. Verdunstungsmaschinen.

Citogel, Ges. für chemische und technische Erzeugnisse, m. b. H., Hamburg.

Mehrere Haushalt-Kühlschränke. Die Kühlung erfolgt durch Verdunstung von Metanol oder von Brennspiritus. Die Dämpfe werden aus dem Verdampfer durch eine an die Wasserleitung angeschlossene und seitlich am Kühlschrank angeordnete Wasserstrahlpumpe abgesaugt, die schon bei einem Wasserleitungsdruck von 1 at. ein genügendes Vakuum erzeugen soll. Die abgesaugten Dämpfe lösen sich im Wasser und gelangen in den Ausguß. Das Kältemittel wird also dauernd verbraucht (kein geschlossener Kreisprozeß). Unter dem Schrank befindet sich ein Vorratsbehälter, der das Betriebsmittel für etwa 1 Monat enthält (20 kg). Die Organisation des Nachfüllens dieses Behälters ist so gedacht, daß es auf telefonischen Anruf sofort erfolgt, so daß die Hausfrau den Tank nicht selbst zu öffnen braucht. Da im Verdampfer an der Decke des Kühlschrankes durch die Wasserstrahlpumpe ein Unterdruck erzeugt wird, so wird der Betriebsstoff aus dem Vorratsbehälter hochgesaugt. Der Verdampfer ist ein doppelwandiges, offenes, zylindrisches Kupfergefäß, in dessen Mantel ein Docht angeordnet ist, der durch den Betriebsstoff getränkt wird; im Innern des Gefäßes befindet sich Wasser, das durch Verdunsten des Betriebsstoffes zu einem Eisblock erstarrt. Bei Verwendung von Metanol (synthetischer Alkohol der I. G. Farbenindustrie) sollen Temperaturen bis —12 Grad, bei Verwendung von Brennspiritus nur etwas über 0 Grad erreicht werden. Der tägliche Metanol-Verbrauch wird mit etwa 600 g angegeben, was einer Schmelzwärme von etwa 2 1/2 kg Eis entsprechen würde. Der zugehörige Kühlschrank ist in Beton ausgeführt; zwischen zwei Lagen Beton liegt eine Korksteinplatte. Der Nutzraum im Schrank beträgt etwa 80 Liter. Daneben wird noch ein kleiner Schrank von 40 Liter gebaut. Außerdem wurden Flaschenkühler und kleine Eiserzeugungs-Apparate gezeigt, die nach dem gleichen Prinzip arbeiten.

R. Plank.

Die physikalischen Eigenschaften der Reinhartin-Sole.

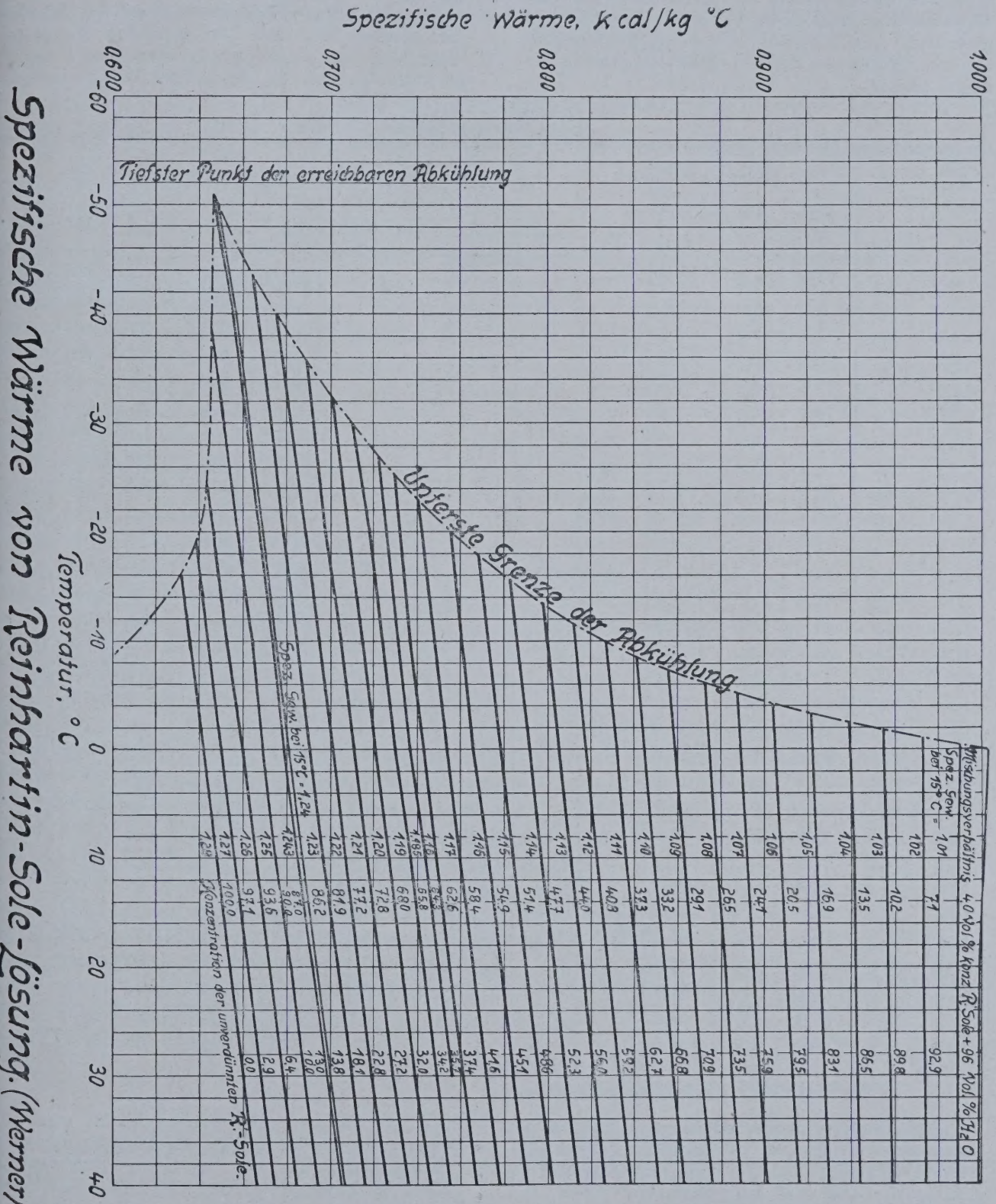
(Mitteilung aus dem Laboratorium der Kühl-Sole-Aktiengesellschaft, Leipzig.)

Die physikalischen Eigenschaften einer Kühlsole sind für den Kältetechniker bei der Berechnung von Kühlanlagen von unerläßlicher Wichtigkeit.

Da nun im letzten Jahrzehnt die Reinhartin-Sole besonders wegen ihrer korrosionsverhindernden Eigenschaften in großem Maße zur Einführung gelangt ist, erscheint es angebracht, für den Gebrauch des Kältefachmannes die wichtigsten physikalischen Konstanten

dieses Kälteträgers in ihrer Abhängigkeit von Konzentration und Temperatur zu veröffentlichen.

Im nachstehenden Kurvenblatt sind die spezifischen Gewichte, Michungsverhältnisse, Punkte der tiefsten Abkühlung, sowie die spez. Wärme in ihrer Abhängigkeit von Konzentration und Temperatur eingetragen. Diese Zusammenstellung ermöglicht, bei gegebener Verdampfungstemperatur des Kältemediums für die unterste Grenze der Abkühlung die jeweilig für die Praxis in Frage kommenden Konzentrationsverhältnisse der verdünnten Reinhartin-Sole festzustellen, sowie zugleich die spez. Wärme für die betreffende Betriebstemperatur und das ermittelte Mischungsverhältnis abzulesen. Die Kurve für die unterste Grenze der Abkühlung ist die Verbindungslinie derjenigen Temperatur, bis zu welcher die Sole in den verschiedenen Flüssigkeitsdichten abgekühlt werden kann, ohne daß die geringsten Veränderungen auftreten.



Abkühlung, sowie die spez. Wärme in ihrer Abhängigkeit von Konzentration und Temperatur eingetragen. Diese Zusammenstellung ermöglicht, bei gegebener Verdampfungstemperatur des Kältemediums für die unterste Grenze der Abkühlung die jeweilig für die Praxis in Frage kommenden Konzentrationsverhältnisse der verdünnten Reinhartin-Sole festzustellen, sowie

Die äußerste betriebstechnisch erreichbare Temperatur der Reinhartin-Sole liegt bei —51,4° C.

Der kryohydratische Zustand wird erst bei Unterschreitung dieser tiefsten Temperatur erreicht und

zwar geht die Kristallisation sehr langsam vor sich, was praktisch günstig ist.

Um eine Tiefkühlung bis zu etwa 50 ° C, welche in letzterer Zeit wiederholt bei besonderen industriellen Verfahren mit Erfolg angewandt wird, zu ermöglichen, muss der in konzentrierter Form gelieferte Kälteträger auf eine Dichte von 1,243 = 28,2 ° Bé (15° C) verdünnt werden.

In der Reihe »Unterste Grenze der Abkühlung« haben wir die Untertemperatur eingesetzt, bei der die Sole von der jeweiligen Konzentration noch vollkommen klar und dünnflüssig bleibt. Diese Zahlen stellen also keine wohldefinierte physikalische Größe dar, sondern sind reine Versuchszahlen, die in der Hauptsache den Zweck haben sollen, dem Praktiker für die einzelnen Konzentrations-Verhältnisse die

Zahlentafel I

Reinhartin-Sole

Spez. Gewicht bei + 15° C	° Bé	Volum.-Proz. d. konz. R.-Sole	Volum.-Proz. des H_2O	Unterste Grenze d. Abkühlung °C	Spezifische Wärme der Lösung bei ° C									
					—50°	—40°	—30°	—20°	—10°	± 0°	+10°	+20°	+30°	+40°
1,00	0,1	0,2	99,8	±0,0						1,003	1,001	0,999	0,999	0,999
1,01	1,6	4,0	96,0	−0,6						0,990	0,989	0,989	0,989	0,989
1,02	3,0	7,1	92,9	−1,3						0,973	0,973	0,973	0,974	0,974
1,03	4,4	10,2	89,8	−2,2						0,955	0,956	0,957	0,958	0,959
1,04	5,7	13,5	86,5	−2,9						0,940	0,941	0,942	0,943	0,944
1,05	7,0	16,9	83,1	−3,9						0,922	0,924	0,926	0,928	0,930
1,06	8,4	20,5	79,5	−4,9						0,905	0,908	0,910	0,913	0,916
1,07	9,7	24,1	75,9	−6,0						0,889	0,892	0,895	0,898	0,901
1,08	10,8	26,5	73,5	−7,1						0,875	0,878	0,882	0,885	0,889
1,09	12,0	29,1	70,9	−8,6						0,859	0,863	0,867	0,871	0,876
1,10	13,2	33,2	66,8	−10,1						0,845	0,849	0,854	0,858	0,863
1,11	14,4	37,3	62,7	−11,7					0,827	0,832	0,836	0,841	0,846	0,851
1,12	15,6	40,8	59,2	−13,6					0,813	0,818	0,823	0,828	0,833	0,838
1,13	16,7	44,0	56,0	−15,4					0,800	0,805	0,811	0,816	0,821	0,826
1,14	17,8	47,7	52,3	−17,6					0,786	0,892	0,797	0,803	0,808	0,814
1,15	18,9	51,4	48,6	−20,1					0,773	0,779	0,784	0,790	0,796	0,802
1,16	20,0	54,9	45,1	−22,3				0,756	0,761	0,766	0,773	0,779	0,784	0,790
1,17	21,1	58,4	41,6	−25,3				0,742	0,748	0,754	0,760	0,766	0,772	0,778
1,18	22,1	62,6	37,4	−27,9				0,732	0,737	0,743	0,749	0,755	0,761	0,767
1,19	23,2	65,8	34,2	−31,6			0,712	0,718	0,724	0,730	0,737	0,743	0,749	0,755
1,20	24,2	68,0	32,0	−34,8			0,702	0,708	0,715	0,721	0,727	0,733	0,739	0,746
1,21	25,2	72,8	27,2	−38,0			0,692	0,698	0,705	0,711	0,717	0,723	0,729	0,736
1,22	26,1	77,2	22,8	−41,6		0,676	0,682	0,689	0,695	0,701	0,707	0,713	0,719	0,726
1,23	27,1	81,9	18,1	−45,0		0,667	0,673	0,679	0,685	0,691	0,697	0,704	0,710	0,716
1,24	28,0	86,2	13,8	−50,6	0,648	0,657	0,663	0,669	0,675	0,681	0,687	0,694	0,700	0,706
1,243*	28,2	87,0	13,0	−51,4	0,647	0,656	0,662	0,668	0,674	0,679	0,685	0,692	0,699	0,705
1,25	29,0	90,0	10,0	−37,9			0,651	0,657	0,663	0,669	0,675	0,682	0,688	0,694
1,26	29,9	93,6	6,4	−23,9				0,647	0,653	0,660	0,666	0,672	0,678	0,684
1,27	30,8	97,1	2,9	−18,8					0,644	0,650	0,656	0,662	0,668	0,674
1,28	31,5	100,0	0,0	−16,4					0,636	0,642	0,648	0,654	0,660	0,666

* Tiefster Punkt der erreichbaren Abkühlung.

Die Zahlentafel I enthält die aus dem Kurvenblatt abnehmbaren Werte in zahlenmäßiger Zusammenstellung, außerdem sind hier noch zum Vergleich die den spez. Gewichten entsprechenden Werte der Baumé-Scala beigegeben.

Trägt man die Volumenprozente in Abhängigkeit vom spez. Gewicht als Kurve auf, so zeigen sich an einigen Stellen Unstetigkeiten, die aber nicht auf Versuchsfehler zurückzuführen, sondern in den Tatsachen begründet sind. Es scheint, daß an diesen Stellen komplexe Verbindungen auftreten, die sich physikalisch anders verhalten.

niedrigste Temperatur anzugehen, bis zu welcher er arbeiten kann, ohne daß die geringsten physikalischen Veränderungen der Sole eintreten. Außerdem ist bei diesen Temperaturgraden noch eine kleine Sicherheit einbezogen.

Die Zahlentafel II zeigt die Zähigkeit der Reinhartin-Sole in ihrer Abhängigkeit von Konzentration und Temperatur. Auch die Kenntnis der absoluten Zähigkeit ist, wie in einer späteren Veröffentlichung noch gezeigt werden soll, erforderlich.

Die spez. Gewichte der Reinhartin-Sole in ihrer verschiedenen Verdünnung wurden mittels Pyknometer

Zahlentafel II

Zähigkeit von Reinhartin-Sole in Abhängigkeit von spez. Gewicht und Temperatur.

in $\frac{kg\ sec}{m^2}$. (Die Werte sind mit 10^{-2} zu multiplizieren).

Spez. Gew. 15° C	+ 40° C	+ 30° C	+ 20° C	+ 10° C	0° C	— 10° C	— 20° C	— 30° C	— 40° C	— 50° C
1,01	0,0068	0,0085	0,0104	0,0135	0,0182					
1,02	0,0071	0,0088	0,0108	0,0141	0,0188					
1,03	0,0074	0,0092	0,0113	0,0147	0,0196					
1,04	0,0077	0,0096	0,0118	0,0153	0,0205					
1,05	0,0080	0,0100	0,0123	0,0160	0,0214					
1,06	0,0083	0,0104	0,0128	0,0166	0,0223					
1,07	0,0087	0,0108	0,0134	0,0173	0,0233					
1,08	0,0091	0,0112	0,0140	0,0180	0,0243					
1,09	0,0095	0,0117	0,0146	0,0188	0,0254					
1,10	0,0100	0,0123	0,0154	0,0197	0,0268					
1,11	0,0106	0,0129	0,0163	0,0207	0,0283					
1,12	0,0112	0,0137	0,0172	0,0218	0,0299	0,0439				
1,13	0,0118	0,0145	0,0182	0,0232	0,0317	0,0465				
1,14	0,0126	0,0155	0,0194	0,0247	0,0337	0,0495				
1,15	0,0134	0,0165	0,0206	0,0265	0,0359	0,0528				
1,16	0,0143	0,0177	0,0220	0,0284	0,0383	0,0563	0,0880			
1,17	0,0153	0,0189	0,0235	0,0304	0,0411	0,0604	0,0948			
1,18	0,0164	0,0203	0,0252	0,0324	0,0439	0,0648	0,1017			
1,19	0,0176	0,0217	0,0271	0,0346	0,0472	0,0694	0,1090			
1,20	0,0189	0,0233	0,0291	0,0373	0,0506	0,0744	0,1168	0,1950		
1,21	0,0202	0,0250	0,0311	0,0402	0,0541	0,0796	0,1250	0,2080		
1,22	0,0217	0,0268	0,0334	0,0433	0,0581	0,0854	0,1341	0,2239		
1,23	0,0233	0,0287	0,0359	0,0467	0,0623	0,0916	0,1438	0,2401	0,4200	
1,24	0,0251	0,0307	0,0387	0,0504	0,0673	0,0989	0,1553	0,2593	0,4590	
1,243	0,0257	0,0314	0,0396	0,0520	0,0689	0,1013	0,1590	0,2650	0,4690	770
1,25	0,0270	0,0330	0,0416	0,0542	0,0724	0,1064	0,1670			
1,26	0,0292	0,0358	0,0450	0,0583	0,0783	0,1151	0,1807			
1,27	0,0315	0,0388	0,0485	0,0628	0,0844	0,1240				
1,28	0,0340	0,0419	0,0520	0,0674	0,0905	0,1330				

die Zeiten mittels elektrisch gesteuertem Chronometer ermittelt. Die Versuchstemperaturen wurden in gut regulierbaren Warm- und Kaltluftbädern konstant gehalten und die Messungen selbst in diesen Bädern unter peinlicher Innehaltung der jeweiligen Versuchstemperatur mit Hilfe der Ostwald'schen Viscosimeter ausgeführt.

Die Zähigkeit nach der Gleichung

$$\eta = \eta_0 \frac{s \cdot t}{s_0 \cdot t_0}$$

hierbei bedeuten η_0 = Zähigkeit der Normalflüssigkeit bei 15° C

s_0 = spezifisches Gewicht der Normalflüssigkeit bei 15° C; $H_2O = 0{,}999126$

t_0 = Auslaufzeit der Normalflüssigkeit bei 15° C

s = spezifisches Gewicht der untersuchten R.-Sole bei Versuchstemperatur

t = Auslaufzeit der untersuchten R.-Sole bei Versuchstemperatur.

Die in der vorstehenden Tafel II veröffentlichten Werte sind mit 10^{-2} zu multiplizieren, um die absoluten Zähigkeitswerte in $\frac{kg\ sec.}{m^2}$ zu erhalten.

Weitere Arbeiten über Wärmeinhalt sowie über die Beziehungen zwischen Viscosität, kritischer Strömungsgeschwindigkeit und Wärmeübertragung werden demnächst erscheinen.

Zeitschriftenbericht.

Wissenschaftliche Grundlagen.

Präzisionsmessungen von Verdampfungswärmen bei kleinen Drücken und niedrigen Temperaturen. Von Dipl.-Ing. Ernst Donath. (Dissertation T. H. Breslau. Referent A. Eucken).

Der Verfasser unternahm einzelne Präzisionsmessungen der Verdampfungs- und Sublimationswärmen verschiedener auch in der Kältetechnik verwendeter Stoffe bei tiefen Temperaturen. Zur Untersuchung gelangten NH_3, CO_2, N_2O, HCl und Cl_2. Der Zweck der Arbeit war eigentlich, auf Grund der

genauen Kenntnis der Verdampfungswärmen die Molwärme der untersuchten Stoffe in gasförmigem Zustande zu bestimmen, was auf experimentellem Wege bei tiefen Temperaturen sehr schwierig ist.

Da die bisher übliche Methode der stationären elektrischen Heizung, bei der die Flüssigkeit in einem auf konstanter Temperatur befindlichen Verdampfer durch elektrisch zugeführte Energie bei konstantem Druck im Sieden erhalten und das Kondensat dann gemessen wird, bei den geringen Drücken zu ungenaue Ergebnisse lieferte, so beschritt der Verfasser einen grundsätzlich andern Weg. Er bestimmte an Stelle der Verdampfungswärme die Kondensationswärme. In das Innere eines thermisch gut isolierten Metallblocks wurde eine genau bestimmte Gasmenge hineinkondensiert und die hierbei auftretende Temperaturerhöhung $\triangle T$ gemessen. Aus dieser sowie dem Wasserwert des Kondensationsgefäßes wurde dann die molekulare Verdampfungswärme unmittelbar errechnet.

Die im folgenden wiedergegebenen Ergebnisse stellen die Mittelwerte aus vielen Einzelmessungen dar. Sie sind für den Kältetechniker insofern interessant, als hier die Verdampfungswärmen von fester Kohlensäure und festem Ammoniak genau angegeben werden:

	T (°K	t (°C)	R(cal/Mol.)	$r(\frac{kcal}{kg})$
NH_3 (fest)	169,0	—104,2	7499± 5,2	441,12
,,	188,0	— 85,2	7440± 4,7	437,65
NH_3 (flüssig)	198,5	— 74,7	5999± 6,0	352,88
CO_2 (fest)	140,0	—133,2	6334± 5,0	143,95
,,	170,0	—103,2	6190± 5,0	140,68
N_2O (fest)	135,5	—137,7	5822± 6,0	132,32
,,	160,0	—113,2	5695± 6,0	129,32
HCl (fest)	134,0	—139,2	4706± 9,0	130,72
,,	147,2	—126,0	4631±10,0	128,64
,,	152,2	—121,0	4587±13,0	127,41
,,	152,7	—120,5	4603± 8,0	127,86
	154,2	—119,0	4578±20,0	127,17
	156,0	—117,2	4594± 7,0	127,61

Die Umrechnung der Temperaturen auf Celsiusgrade ($t_0 = 273{,}2^0$ C) sowie der molaren Verdampfungswärme auf kcal/kg wurde vom Referenten vorgenommen. Tamm.

Einige physikalische und chemische Eigenschaften des Chlormethyls. (Certain Physical and Chemical Properties of Methyl Chloride) von H. J. Macintire, C. S. Marvel und S. G. Ford, Urbana Illinois, Retrigerating Engineering, Oktober 1927, Vol. 14, Nr. 4, vorgetragen auf der Frühjahrstagung der American Society of Refrigerating Engineers am 23. Mai 1927.

Macintire, Professor an der Universität von Illinois, berichtet über die physikalischen Eigenschaften des Methylchlorides im Hinblick auf dessen Verwendung als Kältemittel insbesondere für Kleinkältemaschinen mit luftgekühltem Verflüssiger. Offenbar steht Methylchlorid in den Vereinigten Staaten in zunehmendem Wettbewerb mit Schwefeldioxyd, das sich dort ebenso wie in Groß-Britannien großer Beliebtheit erfreut. Verfasser macht darauf aufmerksam, daß es in Deutschland zur Zeit 29 Firmen gibt, die Ammoniakkältemaschinen, 27 die Kohlendioxydmaschinen und 19 die Schwefeldioxydmaschinen in den Handel bringen. Die Zahl der Hersteller von Methylchloridmaschinen wird nicht genannt. Nach einigen kurzen aber beachtenswerten Winken über zweckmäßige Bauart von Kleinkältemaschinen werden die bekannten Ergebnisse der Untersuchungen von Shorthose, deren Zahlenwerte hier in englische Maßeinheiten umgerechnet sind, mitgeteilt. Interessant ist der Hinweis, daß es bis heute eine brauchbare Methode nicht gebe, geringe Undichtigkeiten an Methylchloridleitungen, soweit solche sich nicht durch Geruch bemerkbar machen, festzustellen. Das Nächstliegende wäre ein Ableuchten mit einer offenen Flamme, doch scheint dies der Verfasser für unzulässig oder ungenügend zu halten. Wie ein Diskussionsredner hierzu ausführt, genügt die Wärmeentwicklung eines elektrischen Funkens, um Methylchlorid zu zersetzen, und die so gebildete Salzsäure verursacht, wenn man einen mit Salmiakgeist getränkten Schwamm in die Nähe bringt, einen leicht erkennbaren Rauch. Den Funken könne man auch durch einen auf Weißglut gebrachten Heizdraht ersetzen, und eine solche Einrichtung gestatte dann, Undichtigkeiten kenntlich zu machen, die einem Verlust von 0,45 kg CH_3Cl in 20 Tagen entspricht. Macintire hält Methylchlorid für nicht in Wasser löslich, von Hydratbildungen ist ihm nichts bekannt.

Den Gegenstand der Untersuchungen von Marvel und Ford bilden die chemischen Eigenschaften des Methylchlorides. Nach älteren Versuchen von Saposhnikov sei ein Gemisch von 10—15 Raumteilen CH_3Cl in 90 bis 85 Raumteilen Luft brennbar; werde der Methylchloridanteil auf 20 Raumteile gesteigert, so erlösche eine offene Flamme in dem Gemisch. Bei einem Gehalt von 12 Raumteilen CH_3Cl sei Explosionsgefahr gegeben. Zur Betäubung eines Menschen werde nach Regnauld und Villijean doppelt so viel Methylchlorid als Chloroform benötigt, doch kehre das Bewußtsein des Patienten sofort zurück, sobald dieser der Einwirkung des Methylchlorids entzogen werde. Macintire bemerkt hierzu in der Besprechung, daß bei einem Unfall, der den Tod zweier Menschen zur Folge hatte, fälschlich die Schuld dem Methylchlorid beigemessen wurde, da Methylbromid in dem Gase enthalten gewesen sei. Wie es scheint, sind ernste Gesundheitsstörungen bei Personen, die längere Zeit CH_3Cl-haltige Luft eingeatmet haben, von den Verfassern nicht beobachtet worden. Marvel und Ford konnten eine Zersetzung des Methylchlorids in Gegenwart von den üblicherweise als Maschinenbaustoffe verwendeten Metallen erst bei Temperaturen oberhalb $+430^0$ C nachweisen. Bis zu $+80^0$ C sei auch eine irgendwie nennenswerte korrodierende Wirkung auf die Metalle nicht feststellbar. Vergleichsweise am stärksten werde noch Gußeisen angegriffen, doch komme dem eine praktische Bedeutung nicht zu. Bekanntermaßen ist Methylchlorid leicht löslich in Oel. Gewöhnliches Maschinenöl wurde unter einem Druck von 2 atü mit CH_3Cl gesättigt; seine Viskosität sei hierbei auf das 0,29 fache bei 0^0 C, oder auf das 0,77 fache bei $+75^0$ C gesunken. Der Siedepunkt des reinen Methylchlorides, der unter atmosphärischem Druck bei

etwa —23° C liegt, steige auf etwa —20° C, wenn 50 v. H. Oel zugesetzt werden.

Die Arbeit bringt zweifellos eine wertvolle Bereicherung unserer Kenntnisse von den Eigenschaften des Methylchlorides, wenn auch nicht alle der Aufklärung harrenden Fragen, wie Zündgeschwindigkeit eines CH_3Cl-Luftgemisches, Verhalten gegenüber anderen Schmiermitteln, z. B. Glyzerin, Verhalten gegenüber Aluminium oder die schon erwähnten Hydratbildungen ihre letzte Erledigung gefunden haben. O. Wagner.

Kälteverwendung.

Trocknung durch Kälte. L. Pierre. (Se'chage par le froid). La Revue Générale de Froid. 1927, Heft 12.

Ueber die neue Kälteanlage in der Paraffinfabrik in Grosny v. Ing. V. S. Komaroff. »Cholodiljuoje Djelo« Nr. 10—11, 1927 S. 20—21.

Um vom Auslande, von wo bisher bis zu 400000 Pud Paraffin jährlich eingeführt wurden, unabhängig zu werden, erbaute die staatliche Gesellschaft »Grosneft« eine neue Paraffinfabrik für die oben bezeichnete jährliche Leistung. Die Ausführung wurde auch noch besonders durch die Eigenschaften des im Bezirke von Grosny vorhandenen Naphta begünstigt, das in seinem Extrakt — nach der Ausdestillation des Benzins und Petroleums — noch bis zu 15% Paraffin enthält.

Die Kälteleistung der NH_3 Verdichtungsmaschine beträgt 2100000 kcal/Stunde bei einer Verdampfungstemperatur von —10° C.

Die 3 Verdichter stammen von der Firma Riedinger, einzylindrig, doppelwirkend, liegender Anordnung, direkt gekuppelt mit den Elektromotoren, mit je 700000 kcal/h bei —10° C oder 300000 kcal/h bei —25° C Verdampfungstemperatur. Die Kälteapparatur außer den Kristallisatoren sind von Moskauer Staatlichen Fabrik Nr. 7 »Kotloapparat«, die Kristallisatoren von dem Leningrader Metallwerk geliefert. Die Kristallisatoren sind als Doppelrohrapparate ausgebildet, bei denen durch die inneren Rohre von 6" Durchmesser das Paraffindestillat durchgeleitet wird, durch die äußeren Rohre von 8" Durchmesser die kalte Sole. Die Kühlfläche jedes Kristallisators von einer Länge von 10 Metern beträgt 80 m^2. Im ganzen sind 10 solcher Kristallisatoren aufgestellt. Die Anlage wurde Mai 1927 in Betrieb gesetzt. Hl.

Künstliche Kühlung in Malzfabriken. Der Verfasser der Arbeit, über die in Heft 3 dieses Jahrganges Seite 55 berichtet worden ist, ist Dipl.-Ing. M. Soltner, nicht Toller.

Ferner ist auf der rechten Spalte S. 55 Zeile 30 die Betriebsdauer der gekühlten Anlage mit **11** Monaten im Jahr einzusetzen (nicht 16).

Wirtschaftliches

Eispreise der Schlachthöfe in verschiedenen Städten Deutschlands. W. Pohlmann. Die Kälteindustrie, 1928, Heft 1.

Die Preise liegen meist zwischen 1 RM und 2 RM für 50 kg ab Werk, mit Ermäßigung für Großabnehmer. In einzelnen Städten beträgt der Preis allerdings 3,20 RM (Großenhain Sa. und Striegau N. Schl.) Meist wird Trübeis hergestellt.

Verschiedenes

Wie bestimmt man zuverlässig die Liefermengen, Strömungsgeschwindigkeiten und Druckhöhen für verzweigte Rohrleitungen. Hans Rudolf Karg. Gesundheitsingenieur, 51, Heft 2.

Anwendung der einfachsten Durchflußformel für Düsen und Stauränder M. Jakob und W. Fritz. Zeitschrift d. V. d. I. 1928, Heft 4.

Beim Durchfluß von Gasen und Dämpfen durch Düsen kommt man mit der Formel

$$V = \alpha\, F \sqrt{\frac{2\,g\,(p_1 - p_2)}{\frac{1}{2}\,(\gamma_1 + \gamma_2)}}$$ aus, wobei γ_1 bezw. γ_2 die Dichten vor und hinter dem Staurand sind. α ist dabei vom Druckverhältnis unabhängig.

Bücherbericht.

Die deutsche Fleischwarenindustrie 1927/28. Verlag: Die »Fleischwarenindustrie«, Berlin W 9, Köthenerstraße 44.

Aus kleinen Verbänden schloß sich 1920 der Reichsverband der deutschen Fleischwarenindustrie zusammen. Gegenüber dem gesondert organisierten Fleischerhandwerk und dem Großschlächtergewerbe umfaßt er alle Fleisch verarbeitenden Fabriken. (6)

In dem Bewußtsein seiner Bedeutung als Wirtschaftsfaktor der für den Wiederaufbau unseres Vaterlandes wichtigen Volksernährung gibt der Verband in den jährlich erscheinenden Werbeheften von dem augenblicklichen Entwicklungsstand der deutschen Fleischwarenindustrie einen Ueberblick, der über den Rahmen einer Reklame hinaus das sachliche Interesse weitester Kreise beansprucht.

Das Inhaltsverzeichnis des diesjährigen Heftes führt folgende Aufsätze an:

1. Geh. Obermedizinalrat Prof. Dr. Rubner, Direktor des physiologischen Institutes der Universität Berlin,
   Das Fleisch als Nahrungsmittel des Menschen.
2. Oekonomierat Keiser, stellvertr. Direktor der preuß. Hauptlandwirtschaftskammer,
   Standardisierung und Qualitätsproduktion. Interessenverflechtung zwischen Landwirtschaft und Fleischwarenindustrie.
3. Direktor Dr. Schwerdt, geschäftsführender Vorstand des Reichsverbandes der deutschen Fleischwarenindustrie,
   Der Wert der deutschen Fleischkonserven.
4. Dipl.-Kaufmann Dr. A. Unger, korrespond. Mitglied des Reichsverbandes der deutschen Fleischwarenindustrie,
   Die industrielle Erzeugung von Fleischwaren (Koch- und Rohware). Ihre Bedeutung für Handel und Verbrauch.
5. Die Reichhaltigkeit der industriellen Fleischwarenerzeugung.
6. Die Organisation der deutschen Fleischwarenindustrie.
7. Oberregierungsrat Dr. Joachim Tiburtius, M. D. V. R. W. R., geschäftsführendes Vorstandsmitglied der Hauptgemeinschaft des deutschen Einzelhandels,
   Fleischwarenindustrie und Einzelhandel.

8. Lili Fahlberg, Vorstandsmitglied der Hausfrauenvereine Groß-Berlins E. V.,
   Kein Haushalt ohne Fleischwaren.
9. Prof. Dr. Bongert, Direktor des Nahrungsmittelinstitutes der tierärztlichen Hochschule zu Berlin,
   Die Bedeutung des Forschungsinstitutes des Reichsverbandes der deutschen Fleischwarenindustrie.

Wie im einzelnen dargelegt ist, verdankt das Fleisch seine überragende Bedeutung als Nahrungsmittel nicht nur seinem hohen Nährwert, sondern auch seinem Küchenwert. Durch die Extraktivstoffe, die beim Erhitzen entstehen und in verschiedenen Abstufungen den Geruchs- und Geschmackscharakter ausmachen, läßt es die mannigfachsten Zubereitungen zu, vor allem aber auch die Verarbeitung zu wertvollen Wurstwaren, Schinken und anderen Konserven.

Die Versorgung mit Fleisch ist naturgemäß von der Viehzucht und demgemäß ursprünglich von der Eigenproduktion des Landes abhängig. Erst das Hochkommen der Industrie und die dadurch bedingte Uebervölkerung der Städte sowie die Umgestaltung der Verkehrsmöglichkeiten brachten einen weitgehenden Ausgleich zwischen Ueberschußgebieten und Importländern.

Bis zum Kriege war der Fleischverbrauch in Deutschland schneller gestiegen als die Bevölkerungszahl. Der Krieg ließ diesem Aufschwung einen Abfall folgen, der bis jetzt noch nicht vollständig wieder ausgeglichen ist. (1)

Die Deckung des Ernährungsbedarfes der Bevölkerung war in der Kriegs- und Nachkriegszeit sogar nur dadurch möglich, daß die bislang geltenden Grundsätze der freien Wirtschaft, wie Kosten, Preise und Qualitätsansprüche zugunsten der unbedingt notwendigen Bedarfsmenge fallen gelassen wurden. Erst die Stabilisierung der Währung und der erhöhte Viehauftrieb konnten die Qualitätsforderungen wieder in den Vordergrund treten lassen. (2) (3)

In diesem Werdegang haben sich neben dem frischen Fleisch und anderen Lebensmitteln die Fertig-Fleischwaren einen besonderen Platz erobert und zwar durch ihren hohen Eiweißgehalt und Sättigungswert sowie durch die restlose Verwertbarkeit, Speisefertigkeit und Haltbarkeit.

In erster Linie sind hier die durch Sterilisation in luftdicht abgeschlossenen Gefäßen hergestellten Konserven zu nennen.

Ohne diese ist ein weitgehender Austausch von Fleischüberschüssen nach in- und ausländischen Bedarfsgebieten mit Fertigwaren nicht zu ermöglichen. Dies zeigte sich auch bei der Truppen- und Marineversorgung im Kriege und während der Rationierung der Zwangswirtschaft. (3)

Aber auch in allen sonstigen Fällen, in denen die Bereitstellung eines Vorrates geboten ist, sind die Fleischkonserven an ihrem ureigenen Platz, auf langen Reisen — es sei an die Verpflegung der Ueberseedampfer erinnert —, bei der Durchführung großer Veranstaltungen, wie Volksfesten, Ausstellungen und Jagden. Schließlich wird die praktische Hausfrau darauf bedacht sein, einige Spezialkonserven für unerwartete Fälle in Vorrat zu haben. Für erwerbstätige Frauen falle⁵ noch die Ersparnisse an Hausbrand, Zeit und Zutaten in die Wagschale. (3) (8)

Die Fleischwarenindustrie muß darauf bedacht sein, neben der Vielseitigkeit der hierdurch bedingten Anforderungen auch der Steigerung der Qualitätsansprüche des Publikums gerecht zu werden, die sich nach den Entbehrungen des Krieges und durch die soziale Umschichtuug der Klassen in der Nachkriegszeit allgemein geltend machte.

Hierdurch ist es bedingt, daß nicht die Heraufzüchtung von Spitzenleistungen für Sonderbedürfnisse einzelner Verbrauchergruppen das wichtigste ist, sondern die Herstellung eines objektiv wertvollen, im Gebrauch zuverlässigen Marktgutes. (7) So kommt das Prinzip der Standardqualitäten, die Entwicklung der Fleischware zum Markenartikel, mehr und mehr zum Ausdruck, sowohl in der Hervorhebung der für jede Fabrik in Frage kommenden Spezialitäten, wie bei den für den breiten Konsum berechneten Warentypen. (4)

Vorbedingung für die Innehaltung dieser Richtlinien ist die Auswahl des geeigneten Rohmaterials. Schon die Empfindlichkeit des Fleisches gegen Witterungseinflüsse und lange Transportwege macht die Wahl der besten Rohstoffe notwendig: das kernig gemästete veredelte Schwein und blutfrische Ware. (2)(4)

Hier liegt die Zusammenarbeit mit der inländischen Landwirtschaft und das gemeinsame Interesse der Absatzsteigerung: gleichmäßig hochwertige Qualitätsware zu angemessenen Preisen und in ausreichender Menge den Verbraucherkreisen zur Verfügung zu stellen. (2)

Die deutsche Landwirtschaft muß sich in der Viehzucht auch auf die Erzeugung von Standardtypen einrichten, denn hierdurch erst ist eine Verbilligung und Rationalisierung der Zucht und Mästung sowie die Lieferung ausreichenden und gleichmäßigen Rohmaterials gewährleistet. Es ist zu verlangen, daß sie hierin durch eine zweckentsprechende Zollpolitik gestützt wird (Futtermitteleinfuhr). (7)

Nächst der Auswahl erstklassiger Rohstoffe — einschließlich Därme — sind als unerläßliche Voraussetzung für den Großbetrieb moderne Einrichtungen und ausgesuchte Spezialkräfte zu nennen.

Durch die den neuesten Erfahrungen entsprechenden technischen Hilfsmittel der modernen Wurstfabrikation, wie exakt arbeitende Kochanlagen mit Entnebelungsmaschinen, Trockenräume und Rauchkammern, kältetechnische Einrichtungen zur Vorkühlung und späteren Aufbewahrung, hat sich die Fleischwarenindustrie von der Arbeitsverteilung im Kleinbetrieb auf bestimmte Wochentage und Jahreszeiten freimachen können. Auch die für den Reifeprozeß der Rohwurst früher vielfach geltend gemachte Standorttheorie kann durch Ozonierung und Ventilationstechnik als überwunden gelten. (4) Nicht zum wenigsten hat die Fabrikationstechnik ihre großen Erfolge aber auch der strengen Beachtung aller Forderungen der Hygiene und der Nahrungsmittelkontrolle zu verdanken. Diese gelten nicht nur der Ware, sondern auch der körperlichen Sauberkeit und ärztlichen Beaufsichtigung des Personals und der Einrichtung der Arbeitsräume. (8)

Um ein deutliches Bild für ihre Leistungsfähigkeit zu geben unterwirft die Fleischwarenindustrie jährlich eine Probenauswahl ihrer Erzeugnisse einer Reise um Afrika, bei der die Proben die starken Temperaturschwankungen im Schiffsraum überdauern müssen.

Die günstigen Ergebnisse und Prämiierungen, die sich anschließend auf den Wanderausstellungen der DLG ergeben, spiegeln am besten die Erfolge der Fleischwarenindustrie wieder.

Dieser scharfe Maßstab sichert die Transportmöglichkeit in alle Welt; er ist erforderlich, weil die deutsche Fleischwarenindustrie nur durch anerkannte Qualitätserzeugnisse ihre Aufgabe für die heimische Volksernährung durchführen und den großen Einfuhrschwierigkeiten zum Trotz wieder im Auslande Fuß fassen kann. (3)

Die Zielsicherheit des auf solcher Gründlichkeit beruhenden Strebens wird noch durch die Mitarbeit des Forschungsinstitutes (Leiter Prof. Dr. Bongert und Direktor A. Schwerdt) verbürgt, das der Verband, vorläufig unter Aufbringung eigener Mittel, errichtet hat.

Hier werden generelle Fragen, die für die Bearbeitung des Fleisches von Bedeutung sind, aufgegriffen sowie laufend Untersuchungen ausgeführt, um beobachtete Sondererscheinungen aufzuklären oder sich über die gewünschte Zusammensetzung der Ware Sicherheit zu verschaffen. (9) Gr

Prof. Dr.-Ing. R. Plank. **Haushaltkältemaschinen.** 96 Seiten, 68 Abb. Verlag Julius Springer, Berlin. Preis geheftet RM. 7,50.

Dr. Ing. **R. Biel.** **Fortleitungswiderstand in Gasrohrleitungen.** — Umrechnung des Druckabfalles in Rohrleitungen auf verschiedene Fördermittel. 11 S. mit einer Tafel R. Oldenbourg, München und Berlin, 1927. Preis M. 1,40 ungebunden.

In der vorliegenden Broschüre sind zwei Sonderdrucke aus der Wochenschrift »Das Gas- und Wasserfach« zusammengefaßt.

Im ersten Teil, dem Bericht über eine vom Sonderausschuß für Röhrenleitungen des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern durchgeführte Untersuchung, wird zunächst die Widerstandsformel für expandierende Gase abgeleitet und dann eine praktische »Gebrauchsformel« für schmiedeiserne Rohrleitungen empfohlen. Die hiernach berechnete Widerstandszahl für Stadtgas wird dann mit den Ergebnissen älterer und neuerer Versuche verglichen und leidlicher Uebereinstimmung gefunden. Daß man bei der Aufstellung der Formel gezwungen war, eine vom Aehnlichkeitsprinzip abweichende Form anzunehmen, ist zu bedauern. Auch einiges andere hat mich gestört, z. B. die unschöne Bezeichnung »expandierende Fortleitung« auf S. 2 und ebenda je ein Druckfehler in der zweiten Gleichung nach Ia) und in Gl. 3). Die praktische Anwendung der Gebrauchsformel wird durch eine beigegebene Tafel sehr erleichtert.

Der zweite Teil der Broschüre bringt sehr gut brauchbare Umrechnungsfaktoren in mathematischer und graphischer Darstellung, die die Umrechnung von Stadtgas auf andere Gase, Dämpfe und Wasser und von schmiedeisernen Leitungen mittlerer Güte auf andere Leitungen ermöglichen. U. a. scheint mir vor allem Abb. 7 recht nützlich, in der die kinematische Zähigkeitszahl verschiedener Gase abhängig vom spezifischen Gewicht dargestellt ist. In einem Anhang finden sich ebenfalls sehr brauchbare Zahlenwerte und durchgerechnete Beispiele.

Die Broschüre kann jedem, der viel mit dem Druckabfall in Rohrleitungen zu tun hat, empfohlen werden. Der auf diesem Gebiet besonders erfahrene Verfasser hat sich durch ihre Abfassung erneut verdient gemacht. Max Jakob.

Wirtschaftliche Nachrichten

Dem Geschäftsbericht des Vorstandes der **Gesellschaft für Markt- und Kühlhallen, Hamburg** über das siebenunddreißigste Geschäftsjahr (abschließend am 31. Dezember 1927) entnehmen wir:

Die Nachfrage nach Gefrierräumen in den Betrieben der Hamburg-Altonaer Anlagen war geringer als in den Vorjahren, weil durch Errichtung verschiedener großer Konkurrenz-Anlagen im Freihafengebiet namentlich die Einlagerung von Gefrierfleisch den Binnenlandsanlagen entzogen wurde; wir hoffen durch vermehrte Inanspruchnahne der Eierkühlräume nach und nach einen Ausgleich zu schaffen.

In den Berliner Anlagen entsprach die Benutzung der Kühlhäuser den Erwartungen. Der im vorigen Jahre in Betrieb genommene Erweiterungsbau von 3500 m² Fläche war erst zum Teil für Eiereinlagerung bereitgestellt, sodaß im neuen Jahre noch zwei große Böden zur Verfügung stehen werden. Ob mit dem Raumbedarf wie im verflossenen Jahre dauernd zu rechnen sein wird, ist eine noch ungeklärte Frage.

Das Eisgeschäft litt in allen Anlagen namentlich in den ersten Sommermonaten unter der kühlen Witterung. Außerdem wurde in Berlin der Erlös durch ermäßigte Preise beeinträchtigt.

Unsere Beteiligung bei der Kühltransit-Aktiengesellschaft Hamburg und der Blockeisfabrik Köln von Gottfried Linde G. m. b. H. in Köln hat wieder befriedigende Ergebnisse geliefert.

Laut Bilanz steht nach Vornahme der Abschreibungen von RM. 328239,85 ein Reingewinn von RM. 1586730,70 zur Verfügung.

Rechnungs-Abschluß am 31. Dezember 1927.

Vermögensteile:

Kühlhaus I, Hamburg:		
Innere Einrichtungs-Konto Erweiterungsbau-Konto (Grundstück und Hauptgebäude sind Staatseigentum)	RM.	265945,66
Kühlhaus II, Hamburg:		
Grundstück- und Gebäude-Konto		
Innere Einrichtungs-Konto . .	»	865782,04
Kühlhaus III, Altona:		
Grundstück- und Gebäude-Konto		
Innere Einrichtungs-Konto . .	»	1574524,41
Abt. Eiswerke Hamburg:		
Grundstück- und Gebäude-Konto		
Innere Einrichtungs-Konto . .	»	640234,73
Kühlhäuser Berlin, Werk I:		
Grundstück- und Gebäude-Konto		
Innere Einrichtungs-Konto . .	»	3084605,80
Kühlhäuser Berlin, Werk II:		
Grundstück- und Gebäude-Konto einschließlich Kühlhaus-Neubau		
Innere Einrichtungs-Konto . .	»	3344078,43
Schuldner in laufender Rechnung	»	479078,05
Kassa, Bank- und Postscheck-Guthaben	»	2688798,72
Beteiligungen	»	564700,—

Wertpapiere	»	284712,65
Vorräte	»	24767,59
	RM.	13817217,59

Verbindlichkeiten:

Aktien-Kapital-Konto	RM.	8 20000,—
Hypotheken	»	679939,72
Gläubiger	»	735900,26
Vortrag für Steuern	»	310000,—
Reservefonds	»	1043204,36
Dividende (noch nicht erhoben)		14159,70
Beamten-Pensionskasse	»	414032,85
Klint-Stiftung	»	53250,—
Sonderrückstellung für unvorhergesehene Steuern	»	160000,—
Erneuerungsfonds-Konto	»	400000,—
Reingewinn:		
Zuweisung zum Reservefonds 5% von RM. 1525223,71	»	76261,19
Dividende:		
6% von RM. 20000 Vorzugs-Aktien	»	1200,—
12% von RM. 8400000 Inhaber-Aktien	»	1008000,—
Zuweisung zur Beamten-Pensionskasse	»	50000,—
Zuweisung zur Klint-Stiftung	»	50000,—
Spezialreservefonds	»	250000,—
Tantièmen	»	82155,55
Vortrag auf 1928	»	69113,96
	RM.	13817217,59

Gewinn- und Verlust-Rechnung am 31. Dez. 1927.

Soll

Unkosten	RM.	3738873,84
Abschreibungen	»	328239,85
Reingewinn	»	1586730,70
	RM.	5653844,39

Haben

Vortrag von 1926	RM.	61506,99
Betriebseinnahmen	»	5592337,40
	RM.	5653844,39

Kleine Mitteilungen.

Die Schwierigkeiten, die bisher den Beitritt **Deutschlands** zum **Institut International du Froid** verhinderten, sind auf diplomatischem Wege beseitigt worden. Demzufolge hat Deutschland die nötigen Schritte zur Aufnahme getan, die bei Gelegenheit des 5. Internationalen Kältekongresses zu Rom erfolgen wird. Zu diesem entsendet Deutschland 6 Delegierte, nämlich die Herren: Prof. Dr. R. Plank, Karlsruhe, Oberregierungsrat Prof. Dr. F. Henning, Berlin, Direktor Richard Pabst, Köln, Oberingenieur Karl Pfeiffer, Berlin-Tegel, Gewerberat E. Zäuner, Berlin, Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin.

Diese Entwicklung ist freudig zu begrüßen, und es ist zu hoffen, daß sie zu erfolgreicher Zusammenarbeit im Sinne des Fortschrittes und des gegenseitigen Verständnisses der Völker führen wird. Kr.

Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender:
Geh.-Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. **H. Lorenz**
Technische Hochschule Danzig

Schriftführer:
A. Kaufmann, Oberingenieur
Berlin W 35, Blumeshof 14/I

Schatzmeister: **E. Brandt,** Direktor
Berlin NW 21, Rathenowerstr. 53
Postscheck-Konto Berlin Nr. 148122

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Ober-Reg.-Rat Prof. Dr. **Fr. Henning,** Berlin.
Arbeitsabtlg. II: Für Bau u. Lieferung von Maschinen, Apparaten. Obmann: Dipl.-Ing. **O. Hippenmeyer,** Obering., Wiesbaden
Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis. Obmann: Veterinärrat Direktor **Dr. Bützler,** Köln

Bericht

über die Monatsversammlung am 21. Febr. 1928 im Eulerzimmer des Vereinshauses Deutscher Ingenieure, Berlin.

Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Henning.

Der Bericht über die Januarversammlung wurde vorgelesen und von der Versammlung genehmigt.

Der Vorsitzende teilte hierauf mit, daß der Vorstand, einer früheren Anregung entsprechend, beschlossen habe, die nächste Versammlung in Form eines gemütlichen Beisammenseins abzuhalten, womit die anwesenden Mitglieder einverstanden waren.

Nunmehr sprach Herr Dr.-Ing. Erk über: »Thermische Ausdehnung des Eises zwischen 0° und —253°«. Der Vortrag wird in der Vereinszeitschrift ausführlich erscheinen. An der Besprechung beteiligten sich hauptsächlich die Herren Dr. Simon, Prof. Jakob und Prof. Henning.

Sodann sprach Herr Dipl.-Ingenieur Besag über »Normung der Rippenrohre«, wobei er auch auf den Vorteil der Normung von mit Rippenrohren zusammen zur Verwendung gelangenden Teilen aufmerksam machte. Herr Dipl.-Ing. Schindler äußerte sich eingehend zu dem Vorgetragenen. Ueber beides wird in der Vereinszeitschrift an anderer Stelle ausführlich berichtet werden. In der Diskussion traten Herr Kaufmann und Herr Dr. Krause wegen der längeren Lebensdauer und Sicherheit mit Rücksicht auf die Korrosionen für die Beibehaltung des Rohres 30/38 mm ∅ ein, während Herr Reinhardt mit Rücksicht auf den niedrigeren Preis dem Rohr 31/38 mm ∅ das Wort redete. Herr Prof. Jacob wies auf die Untersuchungen von Prof. E. Schmidt über die Rippenform hin.

Die Sitzung wurde sodann wegen der vorgerückten Stunde geschlossen.

Der Schriftführer:
J. Schindler.

Dem vorliegenden Heft sind Prospekte der Firmen **J. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft** und **„Geka" Gesellschaft für Kälteanlagen, Karlsruhe** in Baden, beigefügt.

Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1893 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

Schriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W.
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

5. Heft **Berlin W. 9, im Mai 1928** **35. Jahrgang**

Inhalt:

Abhandlungen, Vorträge, Berichte. Normung der Rippenrohre. Von Dipl.-Ing. Arnold Besag, Berlin-Adlershof. S. 81. — Die Bedeutung niederer Temperaturen in der Biologie. Von Prof. Dr. Albrecht Hase, Berlin-Dahlem. (Schluß). S. 86. —

Zeitschriftenbericht. S. 88. — **Wirtschaftliche Nachrichten.** S. 91. — **Kleine Mitteilungen.** S. 92. — **Patentbericht.** S. 95. — **Deutscher Kälte-Verein.** S. 100. —

Abhandlungen, Vorträge, Berichte

Normung der Rippenrohre.

Von Dipl.-Ing. Arnold Besag, Berlin-Adlershof.

Am 2. November 1926 fand die erste Sitzung des Fachnormen-Ausschusses für Rippenrohre im Deutschen Normenausschuß statt. Nach längeren Erörterungen wurde dort die Durchführung von wissenschaftlichen Versuchen über die Heiz- bezw. Kühlwirkung von Rippenrohren beschlossen und zu diesem Zweck ein Betrag von M. 10000 beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit angefordert. Die damaligen Ueberlegungen gingen von dem Gesichtspunkt aus, bei der Normung der Rippenrohre sämtliche Abmessungen zu erfassen. Es kommen hierfür in Frage:

1. Kernrohr sowohl nach Nennweite wie Wanddicke,
2. Oberfläche in m^2 pro lfdm.,
3. Rippen-Durchmesser, -Dicke und -Abstand.

Die wissenschaftlichen Versuche sollten eine Klärung der Frage bringen, welche der vorstehenden Abmessungen für jeden Verwendungszweck die wirtschaftlichsten sind. — Leider ist es zu diesen Versuchen nicht gekommen, da das R. K. W. die Mittel für die Durchführung nicht bewilligt hat.

Es war seinerzeit in der Sitzung vom November 1926 bereits angeregt worden, eine Vor-Norm zu schaffen, wie sie auch auf anderen Gebieten der Normung üblich ist, jedoch waren Stimmen laut geworden, welche vor einer solchen Maßnahme warnten, da man auf diese Weise unter Umständen falsche Werte erfaßt, welche später nach Durchführung der Versuche wieder umgestoßen werden. Welche großen wirtschaftlichen Schädigungen durch Werkzeug- und Vorrichtungsänderungen u. dergl. auf diese Weise entstehen können, ist allgemein bekannt. Es wurde daher bei der Weiterführung der Arbeiten ein neuer Standpunkt eingenommen, welcher darauf abzielte, bei der Normung der Rippenrohre zunächst einmal, unabhängig von den Versuchen, zu erfassen, was für Hersteller und Verbraucher das Wichtigste ist.

Wer längere Zeit auf diesem Gebiete in der Praxis steht, wird es schon oft als schweren Mangel empfunden haben, daß für Rippenrohre noch keinerlei Normen vorliegen. Wenn auch hinsichtlich der zur Verwendung kommenden Kernrohre schon eine gewisse Einheitlichkeit besteht, so sind die Verhältnisse bei der Wahl der Oberfläche pro lfdm. gänzlich unübersichtlich. Man kann wohl sagen, daß so ziemlich alle Zahlen zwischen 1 und 3 m^2 pro lfdm. als Oberfläche verlangt werden, natürlich nur deshalb, weil die Abnehmer meistens einen ungefähren Wert im Auge haben, aber nicht wissen, was sie tatsächlich geliefert bekommen können. Es wird dann der Katalog irgend einer Firma zur Hand genommen und mit dessen Abmessungen bei einer anderen Firma angefragt. Dabei ist es sicher jedermann einleuchtend, daß es keine Rolle spielt, ob ein Rippenrohr 2,1 m^2 pro lfdm. Oberfläche hat oder 2,0 m^2. In der Sitzung des Fachnormenausschusses für Stahlrippenrohre, welche am 26. Oktober 1927 stattfand, wurde daher der Gesichtspunkt in den Vordergrund gerückt, bei der Normung der Stahlrippenrohre zunächst nur die folgenden Größen zu erfassen:

1. Kernrohr: a) Nennweite
   b) Wanddicke
2. Oberfläche in m^2 pro lfdm.

Welchen Durchmesser, welche Dicken und Abstände die Rippen haben müssen, ist eine Frage, die tatsächlich erst nach Durchführung von Versuchen zu entscheiden ist. Sie wird daher vorläufig bei der Normung zurückgestellt. Diese Maßnahme ist außerordentlich bedauerlich, aber im Augenblick nicht zu vermeiden, wenn wir in der Rippenrohr-Normung überhaupt weiterkommen wollen. Es sei daher an dieser Stelle erneut der Wunsch ausgesprochen, daß vom R. K. W. Mittel für die Durchführung der Versuche bewilligt werden, da hier ein großes Bedürfnis vorliegt. — Aehnliche Arbeiten sind in letzter Zeit von Herrn Prof. Dr. E. Schmidt der Technischen Hochschule in Danzig und von Herrn Dr. Reiher der Technischen Hochschule in München durchgeführt worden, allerdings nur von rein wissenschaftlichem Standpunkt aus, weniger mit Rücksicht auf die Be-

dürfnisse der deutschen Normung. Es sei im besonderen darauf hingewiesen, daß gerade für die Kälte-Industrie u. a. die Klärung der Rippen-Abstände wegen der Gefahr des Einfrierens der Rohre wichtig ist. Wenn auch die Ansicht allgemein weit verbreitet ist, daß z. B. bei direkter Ammoniakverdampfung unbedingt ein Abstand von mindestens 24 mm vorhanden sein müsse, so kann ich nur aus eigener Erfahrung berichten, daß eine große Menge derartiger Rippenrohre bei gleichem Scheiben-Durchmesser auch mit 18 mm Abstand entsprechend 2 m^2 pro lfdm. geliefert werden und sich anscheinend auch bewähren. Die Frage ist also garnicht so einfach zu entscheiden. Wir haben sie daher bei der Normung vorläufig offen gelassen. Schließlich darf man bei Beurteilung derartiger wissenschaftlicher Versuche nicht außer acht lassen, daß es natürlich falsch wäre, schematisch Werte für Scheiben-Durchmesser, -Dicken und -Abstände festzulegen, da die Wärmeübergangszahl nicht nur von der Formgebung des Rohres abhängt, sondern, abgesehen von der Werkstattarbeit, die eine sehr große Rolle spielt, auch von dem Herstellungsverfahren. Ein Spiral-Rippenrohr wird z. B. naturgemäß ganz anders bemessen werden müssen, als ein Einzelscheiben-Rohr, und auch unter diesen wird es je nach dem Verfahren, nach welchem die Scheiben auf das Rohr aufgebracht werden, große Unterschiede geben. Die Entwicklung ist hier noch stark in Fluß, und es wird jedenfalls sehr schwierig sein, hinsichtlich der Scheiben-Durchmesser, -Dicken und -Abstände heute schon ein einheitliches Bild zu gewinnen.

Etwas anders liegt die Frage bei den gußeisernen Rippenrohren. Hier ist die Normung insofern erheblich einfacher, als die wichtigsten Hersteller-Firmen in einem Verband zusammengeschlossen sind und seit jeher weitgehende Uebereinstimmung in den Konstruktionsmaßen herrscht. Allerdings wäre auch hier die wissenschaftliche Nachprüfung erwünscht. Man hat jedoch geglaubt, auf Grund der jahrzehntelangen Verwendung bestimmter Maße diese für die Normung übernehmen zu können, und es ist bereits ein Normblatt-Entwurf vorbereitet, der das Kennzeichen DIN Entwurf 2 2481 vom Januar 1928 trägt. Der Titel lautet »Gußeiserne Rippenheizrohre für Nenndruck 6, Betriebsdruck W 6, G 5«. Das Blatt erfaßt die Rohre mit Nennweite 70 und 100, und zwar hinsichtlich folgender Abmessungen: Heizfläche, Rippen-Durchmesser und -Abstand. Ferner ist die Länge bei sämtlichen Rohren einheitlich mit 2 m festgelegt, und, da die Flansche angegossen sind, auch deren Durchmesser, Dicke, Lochkreis - Durchmesser, Schraublöcher-Anzahl und -Größe sowie die erforderlichen Schrauben unter Uebernahme der Flanschgrundnormen. Auch auf diesem Blatt ist die Festlegung der Rippendicke vermieden und bleibt den Herstellern überlassen. Als Kühlrohre sollen bis auf weiteres die bisher gebräuchlichen und nicht in den Rahmen der Dinormen fallenden gußeisernen Rohre mit 75 mm l. W. weiter Verwendung finden. Sie werden vorläufig von der Normung nicht erfaßt, da die Hersteller wegen der hohen Kosten die Formen nicht ändern wollen.

Die Normung der Stahlrippenrohre ist besonders schwierig, da ein gemeinsames Vorgehen der Fabrikanten bisher fehlt und auch die Herstellungsverfahren noch außerordentlich verschieden sind. In der Sitzung am 26. 10. 1927 wurden die folgenden Flußstahlrohre als Kernrohr empfohlen (Bezeichnung nach Außendurchmesser mal Wanddicke):

38·4, 44,5·2,25, 48·4, 57·3, 76·3

Nach den Din-Normen ist der Ausdruck »Siederohr« ersetzt durch die Bezeichnung »nahtloses Flußstahlrohr«. Da heutzutage nur in einem sehr geringen Teil aller Fälle in diesen Rohren etwas zum Sieden gebracht wird, so daß die frühere Bezeichnung ihre Berechtigung verloren hat. Die Rohre werden nach Außendurchmesser und Wanddicke benannt, weil der Außendurchmesser mit Rücksicht auf die zugehörigen Flanschen und Lochbohrungen besonders wesentlich ist. Statt »Stärke« soll »Dicke« gesagt werden, was sprachlich richtiger und klarer ist.

Das Rohr 38·4 befindet sich bisher nicht in den Dinormen, sondern es wurde beantragt, die Blätter Din 2450 und 2451 »Nahtlose Fluß-Stahlrohre« zu erweitern durch die Aufnahme der Wanddicke 4 für das Rohr mit Außen-Durchmesser 38. Der Antrag ist dem Obmann des Ausschusses für Rohrleitungen, Herrn Ober-Ing. Sturm i. Fa. I. G. Farben-Industrie A.-G., Ludwigshafen a. Rh., zugeleitet worden, welcher gemäß Schreiben vom 17. Januar 1928 wie folgt geantwortet hat:

»Ich glaube kaum in Aussicht stellen zu können, daß der Fachnormenausschuß für Rohrleitungen neben den Rohren 38·2,5 und 38·3,5 noch ein Rohr 38·4 in seine Listen aufnehmen wird. Ein Rohr von 38 mm Durchmesser und 3,5 mm Wanddicke reicht ungefähr für Nenndruck 125 aus. Dabei ist damit gerechnet, daß von der Wanddicke 1 mm durch Anrosten verloren gehen kann. Es ist mir nun nicht recht verständlich, warum diese Wanddicke für ein Rippenrohr stärker gewählt werden müßte; denn die Gefahr der Korrosion kann bei gewöhnlichen Rohrleitungen ganz genau dieselbe sein. Vielleicht könnte einmal bei höheren Druckstufen ein Rohr 38·4,5 in Frage kommen. Wie Ihnen bekannt, hat der Fachnormenausschuß für Rohrleitungen sich in der Wahl der Wanddicken gewisse Beschränkungen auferlegt, um einen Weg zu weisen, aus dem Vielerlei des heute Geforderten herauszukommen. Aus diesem Grunde hat er darauf verzichtet, sämtliche Wanddicken von 1/4 zu 1/4 mm oder von 1/2 zu 1/2 mm bei einem Rohraußendurchmesser aufzunehmen. Er hat es für richtig gehalten, mindestens einen Sprung von 1 mm in der Wanddicke zu wählen, da kleinere Sprünge in der Praxis kaum meßbar wären, wenn man noch die Toleranzen berücksichtigt, die nicht ± 5%, sondern bei handelsüblichen Rohren ± 15% betragen. Da die kleinsten Wanddicken des Siederohres von 38 mm Außen-Durchmesser 2,5 mm betragen, so ergibt sich automatisch, daß die nächstgrößeren Wanddicken nur 3,5 und 4,5 sein können.«

Die Ausführungen des Herrn Ober-Ing. Sturm sind sehr beachtlich, zumal wir es hier mit einem seit langen Jahren erfahrenen und hervorragenden Fachmann auf dem Gebiete der Rohr-Normung zu tun haben. Es sei auch an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß es naturgemäß sehr erschwerend wirkt, wenn die Kälte-Industrie heute, nachdem die Rohr-Normung so weit vorgeschritten ist, mit Einsprüchen gegenüber endgültigen Normblättern hervortritt. Ein

derartiges Vorgehen hätte bereits früher erfolgen müssen, aber abgesehen davon glaube ich auch, daß Herr Ober-Ing. Sturm in seiner Auffassung Recht hat, da der halbe Millimeter in der Wanddicke, welcher außerdem noch innerhalb der Fabrikations-Toleranzen liegt, tatsächlich keine nennenswerte Rolle spielen dürfte.

Meine Herren, ich habe mich in dem vorstehenden Satz vielleicht absichtlich etwas scharf hinsichtlich des allgemeinen Interesses an der Normung ausgesprochen, weil ich es für außerordentlich wichtig halte, daß alle Hersteller und Verbraucher dauernd mit den Arbeiten des Deutschen Normenausschusses in engster Fühlung bleiben, damit eben nicht derartige Vorkommnisse entstehen, wie oben angeführt. Es ist daher sehr begrüßenswert, daß auch der Deutsche Kälte-Verein für diese Fragen jetzt ein starkes Interesse bekundet, und daß es möglich ist, alle diese wichtigen Gebiete eingehend zu erörtern, und zwar zu einem Zeitpunkt, in welchem noch die Möglichkeit der Berücksichtigung aller wesentlichen Wünsche besteht.

Wenn in diesen Ausführungen wiederholt zu eingehender Erörterung der verschiedenen Fragen aufgefordert wird, so geschieht es nicht, weil etwa in dieser Versammlung endgültige Beschlüsse gefaßt werden sollen, sondern lediglich in der Absicht, die Meinung von Fachleuten zum Ausdruck gelangen zu lassen, was gerade dem Normenausschuß in seinem Bestreben, ein Bild über die tatsächlichen Bedürfnisse zu gewinnen, besonders erwünscht ist.

Ich empfehle, das Rohr 38 · 3,5 entsprechend 31/38 nach den bestehenden Dinormen zu übernehmen, und bitte um recht eingehende Stellungnahme zu diesem Punkt in der nachher zu eröffnenden Erörterung. Auch bei der Festlegung des Kernrohres 48 · 4 haben sich in der damaligen Sitzung große Schwierigkeiten ergeben. Jedoch hat man sich dahingehend geeinigt, das Rohr aus der Norm für Gewinderohr für Nenndruck 64 und 100 zu entnehmen, wo es ein Rohr 48,25 · 4,25 entsprechend 39,75/48,25 gibt. In der damaligen Sitzung wurde beschlossen, die Abrundung des Maßes für die Wanddicke von 4,25 auf 4 mm zu beantragen, so daß wir dann ein Rohr 48,25 · 4 entsprechend 40,25/48,25 haben. Ich glaube, daß dieses Rohr für die Zwecke der Kälte-Industrie übernommen werden kann. Die weiteren Kernrohre stellen sich nach Din 2450 wie folgt:

57 · 2,75 entsprechend 51,5/57
76 · 3 entsprechend 70/76.

Diese Werte können ohne weiteres aus der Dinorm genommen werden.

Es wurden dann noch 2 Rohre erörtert, welche außerhalb dieser 4 hauptsächlich gängigen Sorten liegen. Bei dem Rohr, welches eine Ueberschreitung im Durchmesser nach obenhin darstellt, kann ich mich kurz fassen. Es handelt sich um das Rohr 108 · 3,75 entsprechend 100,5/108 für Heizungszwecke bei Abdampf. Dieses Kernrohr sollte in Klammern gesetzt auf dem Normblatt aufgenommen werden, da es zwar nur selten vorkommt, aber als Sonderfall festgelegt sein soll.

Schwierigkeiten stellten sich jedoch heraus, als das Rippenrohr mit einer kleineren Kernrohr-Nennweite als 30 mm erörtert wurde. Hierfür ist vor allem ein Kernrohr 32 · 2,5 entsprechend 27/32 für Lufterhitzerzwecke gebräuchlich, welches jedoch den Dinormen nicht entspricht. Auch in der Kälte-Industrie dürfte vereinzelt ein ähnliches Rohr für Solekühlung aufgetreten sein.

Die weitere Aussprache ergab eine Klarstellung nach folgender Richtung:

Für Lufterhitzerzwecke kommt ein Rohr 30 · 2,5 entsprechend 25/30 nach Din 2450 in Betracht, und eine Rundfrage bei den Herstellern von Lufterhitzern soll klarstellen, ob dieses Rohr übernommen werden kann. Für die Kälte-Industrie ist ein Rohr nach den Dinormen mit 33,5 · 4 entsprechend 25,5/33,5 vorzuschlagen. Nach meiner Erfahrung kann auf Rippenrohre unter 30 mm Nennweite in der Kälte-Industrie überhaupt verzichtet werden, jedoch möchte ich in diesem Punkt nicht vorgreifen.

Wir kommen nun zu der Frage der Oberfläche in m^2 pro lfdm. Eine Umfrage hat ergeben, daß die folgenden Werte die gebräuchlichsten sind:
1 m^2, 1,25 m^2, 1,50 m^2, 1,75 m^2, 2 m^2, 2,5 m^2 3 m^2, 3,5 m^2.

Hieraus waren die folgenden Werte empfohlen worden:

Für Rohr 38 · 3,5: 1,5 m^2 und 2 m^2
» » 44,5 · 2,5 sowie 48 · 4: ebenfalls 1,5 und 2 m^2
» » 57 · 2,75: 1,75 m^2 und 2 m^2
» » 76 · 3: 2 m^2 und 2,5 m^2

Die vorstehenden Zahlen sind Werte, welche sich bei den größeren Rippenrohr-Fabriken seit Jahren bewährt haben, Die Stufung hat sich im allgemeinen für alle in der Praxis vorkommenden Bedürfnisse als fein genug erwiesen. Trotzdem war es in der Sitzung vom 26. Oktober leider nicht möglich, auf diesem Gebiet eine Einigung zu erzielen, da einzelne Hersteller die Frage erst noch einmal prüfen wollten. Ich glaube aber, daß diese Werte durchaus den Bedürfnissen der Verbraucher entsprechen, und wir wären in der Normungsarbeit einen guten Schritt weiter, wenn wir die zahllosen Zwischenwerte, wie 2,2 m^2 pro lfdm. und dgl., ausgeschaltet hätten. Wenn wir erst einmal die Kernrohre und die Oberflächen in m^2 pro lfdm. festgelegt haben, so ist schon ein gutes Stück Normungsarbeit geleistet, welches Herstellern und Verbrauchern in gleicher Weise dient. Wie dick die Rippen gemacht werden, welchen Durchmesser und Abstand sie haben sollen sind dann die nächsten Fragen, die erörtert werden müssen. Sie können aber erst geklärt werden, wenn die wissenschaftlichen Untersuchungen hierüber abgeschlossen sind.

Neben der Normung der Rippenrohre haben die Hersteller und Verbraucher noch an der Normung verschiedener Einzelteile Interesse. Hierher gehören vor allem die schmiedeeisernen Rohrkrümmer zum Anschweißen. Es kommt in erster Linie die Festlegung der Krümmungs-Durchmesser in Frage. Die absonderlichsten Abmessungen werden hier immer wieder verlangt, da es an allgemein festgelegten Normen fehlt. Häufig unterscheiden sich die angefragten Sorten nur um wenige Millimeter, sodaß sich die Normung sicherlich leicht und unter einer erheblichen Verminderung der bisherigen Typen durchführen läßt. Es sei dabei erwähnt, daß sowohl Hersteller als Verbraucher sich bereits jetzt schon häufig Werksnormen geschaffen haben. Irgend welche

Schritte für die Normung der Stahlrohrkrümmer sind bis jetzt noch nicht unternommen. Es wäre aber wünschenswert, wenn die allgemeine Normung auch dieses Gebiet erfassen würde, zumal die Normung der gußeisernen Formstücke bereits im Gange ist. Auch der Fachnormenausschuß für gußeiserne Rippenrohre wird sich eingehend mit der Frage der Uebernahme gußeiserner Formstücke für Rippenrohrzwecke befaßen. Es ist erwünscht, daß die Normung der Stahlrohrkrümmer zur gleichen Zeit in Angriff genommen wird. Weitere solcher Zubehörteile für Rippenrohre sind Flanschschrauben, vorgeschweißte Böden, Gewindemuffen u. s. f.

Ein besonders wichtiges Gebiet, das ebenfalls bisher noch garnicht in Angriff genommen ist, erscheint mir die Normung der Solespeicher. Hier hat sich zwar eine lichte Weite von 310 mm als gängigste Sorte herausgebildet, weil das Mantelblech dieses Speichers aus der Normaltafel 1 · 2 m hergestellt wird. Aber auch hier gibt es 310 mm lichte Weite, 315 mm lichte Weite u. s. f. Noch schlimmer wird es bei kleineren Solespeichern, wo es 250 mm Durchmesser gibt, 225 mm, 220 mm, 210 mm u. s. w. Ich glaube, man könnte mit 2, höchstens 3 Sorten Solespeichern auskommen.

Auf der Tagesordnung der Sitzung des Fachnormenausschußes für Stahlrippenrohre vom 26. 10. 1927 stand als Punkt 3: »Uebernahme der vom Fachnormenausschuß für Rohrleitungen aufgestellten Flansch-Anschlußmaße nach DIN 2501 und Festlegung der Flanschart«. Dieser Punkt konnte in der damaligen Sitzung wegen der vorgeschrittenen Stunde nicht mehr behandelt werden. Es sei aber trotzdem auch hier auf diese schwierige Frage eingegangen, welche eine außerordentliche wirtschaftliche Bedeutung hat, da — überschlägig aus der Praxis herausgeschätzt — anzunehmen ist, daß nach erfolgter Durchführung der Flanschnormung sich die Läger in den einzelnen Fabriken sicherlich auf höchstens die Hälfte der bisherigen Stückzahl vermindern lassen.

Im einzelnen kommen wir zu folgenden Ergebnissen, die jeweils sowohl für die Heizungs- als auch für die Kältetechnik gültig sind:

Bis Nenndruck 6 seien runde, glatte Flußstahl-Blattflanschen mit gedrehtem Außenrand und roher Dichtfläche empfohlen, mit Anschlußmaßen nach DIN 2501. Im einzelnen stellen sich diese Maße wie folgt:

für Rohr mit der Nennweite	32	120/90
für NW	40	130/100
» NW	50	140/110
» NW	70	160/130
» NW	100	210/170.

Die vorstehenden Abmessungen sind vom Normenausschuß sehr sorgfältig gewählt und insbesondere passen sie jeweils zu den entsprechenden Ventilanschlußmaßen. Sie seien daher zur Uebernahme auch in der Rippenrohrindustrie grundsätzlich empfohlen.

Wir kommen nun zu den Flanschen bis Nenndruck 16. Hier ist die Uebernahme der Anschlußmaße nach DIN 2502 zweckmäßig, welche sich im einzelnen wie folgt stellen:

NW	32	140/100
NW	40	150/110
NW	50	165/125
NW	70	185/145
NW	100	220/180.

Als Flanschart seien glatte, runde Flußstahlflansche mit Ansatz empfohlen, mit gedrehtem Außenrand und gedrehter Dichtfläche, ohne Dichtleiste. Für höhere Drücke kommt das Blatt DIN 2503 in Frage. Hierbei sei die Verwendung von Nut und Feder empfohlen, welche mit DIN 2512 festgelegt sind, Dichtungen nach DIN 2690 und 2694 Ovalflansche gibt es nach den Dinormen nur bis Nenndruck 6, sie finden in der Kälteindustrie aber hauptsächlich bei höheren Drücken Anwendung, und kämen daher in Zukunft praktisch in Fortfall.

Die hier gegebenen Vorschläge sollen nur eine Anregung sein. Es wird natürlich noch weiterer Besprechungen und Ueberlegungen bedürfen, um aus dem ganzen umfangreichen Flanschen-Material, welches heute schon in den Dinormen festliegt, diejenigen Sorten herauszufinden und auf einem gesonderten Dinblatt zu empfehlen, welche für die Kälte-Industrie am geeignetsten sind.

Zusammenfassend ergeben sich nach dem heutigen Stand der Rippenrohr-Normung die folgenden, für die Kälte-Industrie wesentlichen Fragen:

1) Kann die Kälte-Industrie statt des bisher gebräuchlichen Kernrohrs 38 · 4 mit einem Kernrohr 38 · 3,5 mm mit Rücksicht auf die bereits bestehenden Dinormen auskommen?
2) Besteht in der Kälte-Industrie Bedürfnis für ein Rippenrohr mit 25 mm Nennweite, und welches Kernrohr sowie welche Oberfläche kommt dafür in Frage?
3) Besteht der Wunsch, bei den Oberflächen der Rippenrohre in m^2 pro lfdm. runde Werte festzulegen, und sind die oben angeführten Daten zweckentsprechend?
4) Es wird angeregt, bei der Normung der gußeisernen Formstücke die Normung der Stahlrohrkrümmer mitzuerfassen.
5) Bei den weiteren Normungsarbeiten ist die Schaffung von Normblättern für Solespeicher erwünscht. Die Festlegung weiterer Einzelheiten bei den Rippenrohren, wie Scheiben-Durchmesser, -Dicke und -Abstand ist erst nach der Durchführung von wissenschaftlichen Untersuchungen möglich.

Die Rippenrohr-Normung muß die sachlich einwandfreie Festlegung immer wiederkehrender Einzelheiten erstreben, um auf diese Weise der Praxis ein Material in die Hand zu geben, das häufig Rückfragen überflüssig macht und in vielen Fällen die Kosten für Werkzeuge und Lagerhaltung sehr erheblich verringert.

Im Anschluß an den Vortrag äußerte sich Herr Dipl.-Ing. Jos. Schindler, Berlin-Tegel, Schloßstraße 29, wie folgt:

Der Vorstand des Deutschen Kältevereins hat mich vor längerer Zeit beauftragt, an den Sitzungen im Deutschen Normenausschuß teilzunehmen, soweit sie das Gebiet der Kältetechnik berühren. Der Normenausschuß pflegt in solchen Fällen den Verein zu benachrichtigen. Mein Auftrag hat den Zweck, in den Fachgruppen, die sich hauptsächlich aus Herstellerfirmen und weniger aus Verbrauchern zusammensetzen, von vornherein auf grobe Verstöße gegen unsere Interessen aufmerksam zu machen und etwaige Fragen zu beantworten.

In eben geschilderter Eigenschaft habe ich auch den Sitzungen der Gruppen für gußeiserne Rippenrohre und für Stahlrippenrohre beigewohnt und glaube, die heutige Gelegenheit wahrnehmen zu müssen, einige Worte über die Normung an Sie zu richten.

Herr Besag hat eine Menge Anregungen gegeben, was noch alles auf verwandten Gebieten daraufhin angesehen werden muß, ob sich eine Normung empfiehlt bezw. lohnt. Ich bitte Sie, zu den von ihm am Schluß aufgeworfenen 5 Fragen ausführlich Stellung zu nehmen.

Ich selbst will hiermit gleich beginnen.

Die erste Frage lautete, ob das Kernrohr 30/38 mm durch ein solches 31/38 ersetzt werden kann. Hierzu ist zu bemerken, daß das Rohr 30/38 bisher nicht nur von Herstellern von Rippenrohren häufig verarbeitet wurde, sondern noch in weit höherem Maße im Kältemaschinenbau bei der Herstellung von Rohrschlangen für Verdampfer und Verflüssiger des Kältemittels und auch für andere Apparate, so daß ein großer Jahresbedarf vorliegt und die Röhrenindustrie dieses Rohr wie bisher ohne Zweifel auf Lager halten wird. Wenn auch der vorgeschriebene Probedruck eine geringere Wandstärke als 4 mm zuließe, so darf diese doch nicht gewählt werden, weil diese Schlangen, welche in kohlensäurehaltiges Wasser und Laugen eingetaucht oder davon berieselt werden, einer größeren Rostgefahr ausgesetzt sind, als gewöhnliche Rohrleitungen. Auch bei Rippenrohren kommt es vor, daß sie auf ähnliche Art verwendet werden.

Der Kältemaschinenbau muß deshalb meines Erachtens darauf bestehen, daß daß Rohr 30/38 auf Din 2450/51 aufgenommen wird. Eine Aeußerung der einzelnen Firmen hierzu wäre sehr erwünscht.

Das gleiche, was für das Rohr 30/38 gilt, hat auch Geltung für das Rohr 40/48, nur können wir uns mit einem Rohr 48,25 mm äuß. Φ, entsprechend einem Gewinde von $1^1/_2$" einverstanden erklären, wenn eine Wandstärke von 4 mm beibehalten wird. Die im Dinentwurf 2442 geplante Wandstärke von 4,25 mm würde das Rohrgewicht unnötig erhöhen.

Uebrigens spielt meines Wissens die Wandstärke bei der Rohrfabrikation gar keine so große Rolle. Hauptsächlich bei Abweichungen von den genormten äußeren Rohrdurchmessern kommt ein erheblicher Aufpreis in Frage.

Bei den Rippenrohren 40/44,5, 51,5/57 und 70/76 können wir uns mit dünneren Wandstärken begnügen, weil diese Rohre nicht für Verdampfung eines verflüssigten Gases, sondern für den Durchfluß kalter Sole benutzt werden.

Zu der Frage, ob für ein Rippenrohr unter 30 mm Nennweite in der Kälteindustrie ein Bedürfnis vorliegt, kann ich für meine Person mich nur dahin äußern, daß ein solches Rohr doch nur Zweck haben kann, wenn es sich in seinem lichten Durchgang genügend von 30 mm l. W. unterscheidet. Ein Rohr von 27 mm l. W. dürfte demnach für den Kältemaschinenbau nicht in Frage kommen, sondern höchstens 25 mm l. W. Wird ein solches für nötig gehalten, so ist zu entscheiden, ob das Rohr 25/30 nach Din 2450 für Nenndruck 1 bis 50 ausreicht oder ob das Rohr 25,5/33,5 nach Din. E 2445 für Nenndruck 1 bis 100 genommen werden muß. Es wäre erwünscht, daß sich diejenigen Herren, welche diesen kleinen Rohrdurchmesser im Kältemaschinenbau zu verwenden pflegen, hierzu äußern.

Bei der Festlegung der Oberfläche der Rippenrohre ist zu beachten, daß es der Zweck der Berippung doch ist, eine möglichst große Oberfläche zu schaffen, die natürlich in jedem einzelnen Fall die Grenze des wärmetechnisch erlaubten nicht überschreiten darf. Man spart dabei nicht nur an Rohrlänge, sondern auch an Tropfschalen. Wenn man dabei auf runde Zahlen kommt, so ist das sehr schön, aber ausschlaggebend ist das nicht.

Es darf ferner durchaus den Herstellern nicht überlassen bleiben, durch welche Rippendurchmesser und Abstände eine bestimmte Oberfläche erreicht wird. Vor allen Dingen darf in der Kältetechnik beim Rippenabstand wegen der Vereisung ein bestimmtes Maß nicht unterschritten werden. Dadurch ist die Höchstzahl der Rippen, die auf ein laufendes m Rohr gehen, bedingt, und auch bei bestimmter Oberfläche der geringste Rippendurchmesser. Wird ein größerer Rippenabstand gewählt, so hat dies eine Vergrößerung des Rippendurchmessers zur Folge. Einer beliebigen Vergrößerung dieses Durchmessers steht aber die Unmöglichkeit gegenüber, von dem Kühlmittel im Rohrinnern genügend Kälte nach dem Rande der Rippe von bestimmter Stärke zu übertragen. Da schon genügend Erfahrungen aus der Praxis vorliegen, glaube ich, daß man ohne weiteres den Abstand, Durchmesser und Dicke der Rippen festlegen kann. Dann kann eine Abweichung in der Wärmeübergangszahl nur noch eine Funktion der Ausführungsgüte sein, wie Herr Besag schon betont hat, d. h. davon, wie die metallische Berührung der Rippe mit dem glatten Rohr durchgeführt ist. Diese Zahl muß der Hersteller garantieren.

Der Vollständigkeit halber möchte ich noch erwähnen, daß natürlich ein Rippenabstand von 25 mm nicht in allen Fällen unbedingt erforderlich ist, besonders nicht bei direkter Verdampfung und unterbrochenem Betriebe, da diese Rohre in Räumen, welche nicht unter 0^0 gekühlt werden, sofort nach Stillsetzen der Maschine anfangen abzutauen. Anders verhält sich dies, wenn kalte Sole durch die Rippenrohre fließt, die sich während des Stillstandes der Maschine selten so stark erwärmt, daß die Rohre vollkommen abtauen. In diesem Falle wird die Vereisung von Tag zu Tag schlimmer, bis sich die Eisschichten der einzelnen Rippen berühren, so daß also von einer Wärmeübertragung durch die Rippen nicht mehr gesprochen werden kann. Je enger die Rippen stehen, um so schneller vollzieht sich dieser Vorgang und um so schwerer ist eine mechanische Entfernung des Eises. Da man aber unbestreitbar im Kältemaschinenbau in besonderen Fällen Rippenrohre mit engstehenden Rippen verwenden kann, so halte ich es, um nicht zweierlei Sorten für den Kältemaschinenbau normen zu müssen, für das zweckmäßigste, nur eine Sorte zu normen, bei welcher der Vereisung Rechnung getragen wird, während es jedem überlassen bleibt, in Fällen, wo die Rippenrohrsysteme während der Betriebspause bestimmt vollständig abtauen, die normalen Heizrohre zu verwenden.

Nun komme ich auf die so heikle Flanschenfrage zu sprechen. Gelegentlich einer Gruppensitzung des

Fachnormenausschusses für Rohrleitungen wurde von einer Seite die Frage aufgeworfen, warum im Kältemaschinenbau überhaupt noch Gewinde- und Flanschenverbindungen verwendet werden, anstatt von einem Durchmesser von 1½" ab die Rohre aneinander zu schweißen. Auf diesen Einwand entgegnete seinerzeit Herr Besag, daß das Schweißen der beste Ausweg für die Lösung der Flanschenfrage wäre. Mit dieser Umgehung ist aber meines Erachtens die Flanschenfrage nur dann gelöst, wenn wir die Flanschen ganz vermeiden könnten, was aber nicht der Fall ist, solange wir gußeiserne Armaturen und Formstücke verwenden. Wir werden also, wenn wir Rippenrohre zur Verfügung haben wollen, die nur einigermaßen die Bezeichnung normal für sich beanspruchen können, vorher die Flanschenfrage lösen müssen; vorläufig aber muß man sich darüber wundern, daß jetzt schon eine Firma in einer Anzeige Normal-Spiralrippenrohre anbietet.

Die gleiche Schwierigkeit, die beim Normen der Rippenrohre auftritt, stellt sich auch der ersprießlichen Normung der Armaturen im Kältemaschinenbau entgegen. Das Normen der Spindelvierkante und Handräder ist kein bedeutender Fortschritt. Vor allen Dingen müssen auch die Anschlußmaße und die Baulängen genormt werden. Wir stoßen also immer wieder auf die ungenormten Flanschen im Kältemaschinenbau.

Ich bitte daher die anwesenden Herren, bei ihren Firmen anzuregen, die von Herrn Besag vor 2 Jahren in unserer Monatsversammlung gemachten Vorschläge, welche in der Zeitschrift für die gesamte Kälteindustrie vom 9. April 1926, Heft 4, auf Seite 56 ff. ausführlich veröffentlicht sind, und seine heutigen Angaben über Flanschennormung ernstlich zu prüfen. Einwendungen dagegen und bessere Vorschläge nehme ich gern entgegen, um sie gelegentlich einer späteren Sitzung des Normenausschusses zu verwerten.

Wenn erst einmal eine tatsächliche Normung erfolgt ist, so würde dies nicht nur den Herstellern, sondern auch den Verbrauchern zur Freude gereichen, auch wenn diese gelegentlich auf einige Sonderwünsche verzichten müssen.

Im weiteren Verlauf der Besprechung traten die meisten Redner für Beibehaltung des Rohres 38×4 ein.

Die Bedeutung niederer Temperaturen in der Biologie.

Von Prof. Dr. Albrecht Hase, Berlin-Dahlem.

(Schluß.)

7. Ueber Kältewirkung auf den Menschen.

Die Grenzen der für den Menschen erträglichen Außentemperaturen sind folgende. Bei Trockenheit wird eine Temperatur von +60 bis 70° etwa 1 bis 2 Stunden ertragen und einige Minuten lang eine solche von +100°. Ist die Luft feucht, so wird eine Temperatur von +45° schon sehr lästig, und +50° kann nur sehr kurze Zeit ohne Gefahr vertragen werden. Kältegrade bis zu —60°C werden ohne weiteres ertragen, vorausgesetzt, daß eine bestimmte Gewöhnung vorhanden ist. In Zentralsibirien gibt es Orte, wo diese Kältegrade des öfteren erreicht werden und wo Temperaturen von —40° nichts Seltenes sind. Im allgemeinen gilt, daß die Grenzen der ertragbaren Temperatur für den Menschen von —50° bis +50° reichen. Oekologisch ist der homo sapiens ausgesprochen eurytherm, und zwar in einer Weise, wie sonst nur sehr wenige Formen. Sein ständiger Begleiter, der Hund, steht ihm in dieser Beziehung am nächsten. Daß der Mensch mit seinem thermokonstantem, warmen Körper so weite Schwankungen auszuhalten vermag, liegt in dem Wesen der Wärmeregulation. Als wirksamster Faktor der Kälteabwehr müssen wir die regulatorisch angepaßte Steigerung der Wärmeproduktion betrachten. Ueber letztere seien einige Angaben gebracht unter dem Hinweis, daß es sich hier um ziemlich verwickelte Erscheinungen handelt. Man unterscheidet bei der Wärmeregulation

1. Die chemische Wärmeregulierung. Die niedere Außentemperatur entzieht Wärme, und demzufolge steigt die Wärmebildung unter entsprechendem Sauerstoffverbrauch, der an der CO_2-Abgabe gemessen wird. Beim Abkühlen z. B. von Meerschweinen von +30° auf ±0° stieg die CO_2-Abgabe auf 153%. Die chemische Wärmeregulierung setzt namentlich dann ein, wenn für anderweitige stärkere Wärmebildung nicht gesorgt ist. Auch die Tätigkeit der Leber und der Muskeln spielt bei der chemischen Wärmeregulierung eine Rolle.

2. Die physikalische Wärmeregulierung. Hier sind die Erscheinungen der Hautdurchblutung, der Wasserabgabe (Schwitzen) und die Bedeutung des Wärmeschutzes (Feder- und Haarkleider) zu nennen.

3. Den nervösen Mechanismus der Wärmeregulation, der in erster Linie auf der Tätigkeit bestimmter Teile des Zentralnervensystems beruht.

4. Die hormonalen Einflüsse. Schilddrüsen-, Nebennieren- und Hypophysen-Tätigkeit, kurz die Tätigkeit bestimmter Drüsen mit innerer Sekretion, kommen hier in Betracht. In dem Abschnitt, der einige Angaben über den Winterschlaf enthielt, wurde darauf schon hingewiesen.

Die ganze Frage der Abkühlung ist aber, wie Schade (1926) nachdrücklich betont, mehr eine kalorimetrische Aenderung als eine thermometrische. Bemerkenswert ist ferner die Geschwindigkeit, mit der die regulierenden Prozesse einsetzen. Jeder weiß aus eigener Erfahrung, wie schnell »Gänsehaut«, »Schuddern«, »Frösteln«, »Zittern« nach plötzlicher Kältewirkung einsetzt. Diese Erscheinungen sind sichtbare Merkmale der einsetzenden Wärmeregulation bezw. einer gesteigerten Wärmeproduktion, d. h. eine Kälteabwehr.

Für den praktischen Kältetechniker ist von besonderer Wichtigkeit die Frage, inwiefern Umweltkälte Körperschädigungen zu verursachen vermag, oder welche Beziehungen zwischen Kälteeinwirkung und Krankheitsentstehung und Krankheitsverlauf bestehen. Ueber diese praktisch so bedeutsamen Fragen ist in letzter Zeit vielerlei veröffentlicht worden. Vor allem hat Schade (1926) sich mit diesem Thema befaßt, auf dessen Ausführungen ich mich im wesentlichen stütze. Ich muß mich auch hierbei ganz kurz fassen, denn es kann sich ja zunächst auch nur darum handeln, einen Ueberblick über den heutigen Zustand unserer Kenntnisse auf diesem Gebiete zu geben.

Die Umweltkälte bewirkt Körperschädigungen verschiedener Art. Dabei kann die Kälte sein:

1. Die Hauptursache einer Erkrankung.
2. Die Nebenursache einer Erkrankung.
3. Kann sie krankheitsverschlimmernd wirken.

Als Beispiel sei für den letzten Fall darauf hingewiesen, welche unangenehmen Einflüsse der Genuß zu kalter Speisen oder Getränke auf bestehende Zahnwurzelentzündungen hat. Als Körperschädigungen durch Kältewirkungen kommen im wesentlichen in Betracht:

A. Die lokalen Erfrierungen; verschiedene Grade der Erfrierung sind unterscheidbar:

a) eine gewöhnliche Rötung.
b) die Blasenbildung.
c) das Gangrän.

Uebergänge zwischen den drei Stufen sind möglich. Oft scheint eine lokale Erfrierung zunächst leicht zu sein, später stellt sie sich dann als tiefergehend, d. h. schwerer heraus. Wichtig ist ferner, daß die Dauer der Kälteschädigungen im allgemeinen längere Zeit einwirken muß. Kalte, trockene Luft von -105^0 kann 10 Minuten lang ertragen werden ohne Schädigungen. Ein Finger, auch nur 2 Minuten in kochendes Wasser getaucht, würde schon eine schwere Verbrennung zeigen. Nur selten tritt die lokale Erfrierung augenblicklich auf. Im allgemeinen sieht man augenblickliche lokale Erfrierungen nach der Einwirkung von Kohlensäureschnee und flüssiger Luft. Praktisch besonders wichtig ist, daß sehr kalte Metalle beim Berühren sofortige Erfrierungen verursachen können. Aus diesem Grunde ist es immer ratsam, in Betrieben, wo mit sehr tiefen Temperaturen gearbeitet wird, Metallteile zu umwickeln, ein Verfahren, was die Polarfahrer seit langem benutzen. Das lokale Erfrieren definiert Schade a. a. O. S. 418: »Das Erfrieren ist ein wärmekinetischer Vorgang, die Erfrierung selber ist das Folgeergebnis eines starken lokalen Ueberwiegens des Wärmeabstromes über den Wärmezustrom. Nicht Thermometrie, sondern Kalorimetrie ist hier am Platze.«

Des weiteren ist es von praktischer Wichtigkeit, daß zum lokalen Erfrieren der Finger, Zehen, Ohren gar nicht erst Temperaturen unter 0^0 notwendig sind. Auch Temperaturen von $+6$ bis $+7^0$, besonders bei Nässe, können ohne weiteres zum Erfrieren von Fingern und Zehen führen. In der Literatur werden Beispiele erwähnt, daß Arbeiter die Finger erfroren haben, als sie bei diesen Temperaturen feuchte Steine trugen. Wie leicht »nasse Füsse«, besonders bei Kindern, zu Erfrierungen führen, ist bekannt.

Wie die örtlichen Kälteschädigungen (also die lokalen Erfrierungen) im einzelnen verlaufen, ist untersucht worden durch entsprechende Versuche mit Kältemischungen am Tierohr. Bei einer Temperatur von -6^0 trat starke Rötung nach dem Auftauen ein. Bei -7^0 bis -8^0 trat außer der Rötung noch eine Schwellung hinzu. Bei Einwirkungen von -10^0 bis -14^0 trat nach dem Auftauen auch eine Schwellung auf, die nur sehr langsam zurückging, und bei einer Einwirkung von -15^0 bis -20^0 trat außer der Schwellung später eine Eiterung und eine teilweise Abstoßung des erfrorenen Hautbezirkes ein.

B. Der Kältetod. Es muß daran festgehalten werden, daß der Kältetod, d. h. ein allgemeines Erfrieren, auch ohne die Begleiterscheinung der lokalen Erfrierungen möglich ist. Das Erfrieren ist ein übermäßiger Wärmeabstrom; besonders beim Ausschalten der Muskelbewegungen kann es leicht eintreten. Versuche sind gemacht worden, welche zeigten, daß durch Behinderung der Muskelbewegungen (durch Anbinden) der Kältetod viel schneller eintrat als bei ungehinderter Bewegung. Bekannt ist ja auch, daß schlafende und betrunkene Personen leicht erfrieren. Beim Versuchstier sind auch die Wandlungen studiert worden, die beim Kältetod eintreten. Man hat verschiedene Perioden unterschieden, je nach dem die Körpertemperatur des Tieres absinkt. Am Kaninchen sind derartige Versuche ausgeführt worden. Die normale Temperatur dieses Tieres beträgt rund 39^0. Bei entsprechenden Versuchen beobachtete man Folgendes:

1. Periode: Bei Abkühlung bis $+34^0$; Zittern tritt auf.
2. „ Abkühlung $+34$ bis $+31^0$; Atemintensität sinkt, und das Zittern wird unregelmäßig.
3. „ Abkühlung $+31$ bis $+29^0$; eine Neigung zum Schlafe tritt auf, und die Reflexe werden schwächer.
4. „ Abkühlung $+29$ bis $+26^0$; Koordinationsstörungen treten auf.
5. „ Abkühlung $+26$ bis $+22^0$; Hautreize werden nur noch schwach beantwortet, und der Blutdruck sinkt merklich.
6. „ Abkühlung $+22$ bis $+19^0$; eine allgemeine Lähmung tritt ein, die schließlich zum Tode führt.

Beim Menschen verlaufen die Erscheinungen in ähnlicher Weise. Es können z. B. die Pulsschläge bis auf 40 in der Minute herabgehen und die Atmung bis zu 8 Zügen in der Minute sinken. Wichtig ist, daß eine Wiederbelebung (wenn sie vorsichtig und kunstgerecht ausgeführt wird) immer noch von Erfolg sein kann, selbst dann, wenn Herzschlag und Atmung nur noch ganz gering vorhanden sind.

C. Kältestörungen. Im alltäglichen Leben spielt die krankmachende Wirkung der Abkühlung eine außerordentlich große Rolle. Besonders in den Betrieben, wo ein Wechsel des Aufenthaltes zwischen warmen und kalten Räumen (Keller, Kühlraum, Gefrierraum, Lagerraum usw.) stattfindet, tritt die krankmachende Wirkung der Erkältung oft genug in Erscheinung. Dabei ist zu unterscheiden:

1. Die Kältewirkung tritt direkt am Ort der Einwirkung auf, und zwar als Gewebsschädigung. Sie besteht dann in der Regel in einer Veränderung der Zellkoloide, die dem Ausfällungszustand (Gel) sich nähern. Man spricht von einer Gelose. Sinnfällig werden diese Erscheinungen u. a. als sog. »rissige Haut«.

Man kann von einer Fernwirkung der Kälte sprechen, wobei das sympathische Nervensystem eine vermittelnde Rolle spielt. Solche Fernwirkungen sind: Zusammenziehen der Blutgefäße, starke Füllung der Lungen, Verstärkung der Herzkraft, Vertiefung der Atmung, Vermehrung der Steigerung des Harndranges, erhöhte Tätiggkeit der Schleimdrüsen der Nase (tropfende Nase), Aufrichten der Haare (Gänsehaut), Veränderung des Stoffwechsels durch Steigerung des Grundumsatzes, Veränderung der Körpertemperatur, verbunden mit Schüttelfrost nnd dergl.

3. Die Kälteeinwirkung setzt die immunisatorischen Abwehrkräfte des Körpers herab, so z. B. hat man

eine verminderte Widerstandskraft gegen Infektionen durch Milzbrand, Pneumococcen, Typhus festgestellt Bekannt ist auch, daß Scharlach und Masern besonders leicht nach Erkältungen eintreten. Schließlich sei noch auf die mannigfachen Erkältungs-Katarrhe hingewiesen. Bei dieser Gelegenheit muß auch darauf hingewiesen werden, daß die Widerstandsfähigkeit besonders des Großstädters in dieser Richtung überhaupt keine gute ist. Man hat diese geringe Widerstandsfähigkeit auch als eine der Domestikationserscheinungen des Menschen bezeichnet und zwar mit Recht. Eine vernünftig geleitete Abhärtung würde manche Kälteschäden hinfällig machen.

Aus der kurzen Zusammenstellung geht hervor, wie vielerlei Dinge in Betracht zu ziehen sind. Die Arten der einzelnen Erkältungsschäden sind mannigfach. Die wichtigsten sind: die Erkältungsschäden

a) der Luftwege (Katarrhe)
b) der Haut (Frostbeulen usw.)
c) Muskelrheumatismus
d) Nierenschäden.

Zum Schluß dieses ganzen Abschnittes sei noch auf eines hingewiesen, nämlich, daß man ebenso gut wie die Wärme bekanntlich auch die Kälte in die Therapie eingeführt hat. Das ist letzten Endes nicht verwunderlich, nachdem man weiß, welchen außerordentlich weitgehenden Einfluß Kältewirkungen mit sich bringen. Auch in dieser Hinsicht müssen diese Andeutungen genügen.

Die vorstehenden Ausführungen machen, um es nochmals zu betonen, keinen Anspruch darauf, als völlig neu zu gelten. Mir kam es vielmehr darauf an, auf Zusammenhänge hinzuweisen und die mannigfachen Probleme anzudeuten, die hier noch der Bearbeitung harren. Es sollte aus dem Arbeitsgebiet der Biologie Fernerstehenden ein Ausschnitt geboten werden Den Vertretern der Kälteindustrie und der Kältewirtschaft treten ja oft genug biologische Fragen in irgend welcher Form entgegen. Es scheint mir daher nicht unzweckmäßig, in großen Zügen das Wichtigste aus dem Thema »Bedeutung der Kälte in der Biologie« gerade den genannten Berufskreisen darzulegen. Ein gegenseitiges Verstehen der Arbeitsziele und Arbeitsweisen wird so gefördert, und aus dieser Förderung verspreche ich mir für die Zukunft hinsichtlich wirtschaftlicher Fortschritte viel. Bei der Beschränkung des zur Verfügung stehenden Raumes konnte natürlich nur ein Bruchteil geboten werden, und eine knappe Auswahl war unerläßlich.

In der angeführten kurzen Literaturzusammenstellung sind nur diejenigen Veröffentlichungen aufgenommen, auf die im Text mehrfach verwiesen wurde. Die angeführten Arbeiten enthalten durchgängig erschöpfende Literaturverzeichnisse.

8. Schriftenverzeichnis.

Adler, L. Der Winterschlaf. Handb. d. norm. und path. Physiologie. Bd. 17, Berlin 1926.

Bachmetjew, P. Experimentelle entomologische Studien vom physikalisch-chemischen Standpunkte aus. Bd. 1, Leipzig 1901, Bd. 2, Sofia 1907.

Goldscheider, A. Temperatursinn des Menschen. Handb. der norm. und pathol. Physiol. Bd. 11, Berlin 1926.

Hanffstengel, G. von. Technisches Denken und Schaffen. 4. Aufl. Berlin 1927.

Hase, A. Ueber Temperaturversuche mit den Eiern der Mehlmotte (Ephestia Kuehniella Zell). Arb. d. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. Bd. 15, Heft 2, Berlin 1927.

Hase, A. Ueber technische Biologie, ihre Aufgaben und Ziele, ihre praktische und wirtschaftliche Bedeutung. Zeitschr. f. techn. Biologie, Bd. 8, Berlin 1920.

Herter, K. Tastsinn, Strömungssinn und Temperatursinn der Tiere und die diesen Sinnen zugeordneten Reaktionen. Berlin 1925.

Hesse, R., Tiergeographie auf ökologischer Grundlage. Jena 1924.

Hesse, R. und Doflein, Fr. Tierbau und Tierleben. Bd. 1 und 2. Leipzig und Berlin 1914.

Janisch, E. Das Exponenialgesetz als Grundlage einer vergleichenden Biologie. Berlin 1927.

Junk, W. Tabulae Biologicae. Bd. 1—4, Berlin 1925-27.

Kanitz, A. Temperatur- und Lebensvorgänge. Berlin 1915.

Nernst, W. Die künftigen Richtlinien naturwissenschaftlicher Forschung. Berliner Tagebl. Nr. 617. Berlin 1919.

Pütter, A. Allgemeine Lebensbedingungen. Handbuch d. norm. und pathol. Physiologie. Band 1, Berlin 1927.

Rahm, G. Weitere physiologische Versuche mit niederen Temperaturen (ein Beitrag zur Lösung des Kälteproblems). Verh. d. Deutsch. Zool. Ges. 29. Vers., Berlin 1924; auch Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie 1924.

Schade, H. Wärme. Handb. d. norm. u. patholog. Physiologie. Bd. 17, Berlin 1926.

Stempell, W. Zoologie im Grundriß. Berlin 1926.

Tigerstedt, R. Produktion von Wärme und Wärmehaushalt. Handb. d. vergl. Physiol. v. Winterstein. Bd. 3, II. Hälfte. Jena 1910—1914.

Wendt, U. Die Technik als Kulturmacht in sozialer und geistiger Beziehung. Berlin 1906.

Zschimmer, E. Philosophie der Technik. Jena 1914.

Zeitschriftenbericht.

Kälteverwendung.

Ueber die Kältewirtschaft der R. S. F. S. R. A. W. Rjasanzeff »Cholodiljuoje Djelo« Nr. 10—11, 1927.

Die Kältewirtschaft Rußlands umfaßte auf dem Gebiet der heutigen R. S. F. S. R. (Russische Sozialistische Föderative Sowjet-Republik) zum Beginne des Weltkrieges 23 mehr oder weniger große Einheiten — allgemeine Kühlhäuser mit einem Gesamtinhalt von 310300 m^3. In dieser Zahl sind nicht enthalten: die Sonderkühlhäuser mit einem Inhalt von weniger als 2500 m^3, auch nicht die Kühlhäuser von rein örtlicher Bedeutung. Von den 23 Kühlhäusern, deren Inhalt im Einzelnen 2600 bis 55000 m^3 betrug, gehörten 19 mit einem Gesamtinhalt von 262.100 m^3 oder 84% Privatunternehmen (Tafel 1), 4 — den

Eisenbahnen, gesellschaftlichen Verwaltungen und dem Staate mit einem Gesamtinhalt von 48.200 m³ oder 16% (Tafel 2).

Tafel 1

1.	Moskau, Union	31.200 m³
2.	„ Nr. 5	4.900 „
3.	„ Nr. 6	6.900 „
4.	Leningrad, Tschernigowskij	55.000 „
5.	„ Smirnowa	27.500 „
6.	„ Schotlandskij	15.700 „
7.	„ ehem. Gerhard und Key	8.000 „
8.	„ Sergeijewskij	2.800 „
9.	Woronesch	10.300 „
10.	Astrachanj, Union	17.000 „
11.	„ Akt.-Gesellschaft	25.800 „
12.	Tschertkoff	5.300 „
13.	Belgorod	4.000 „
14.	Kosloff-»Union«	7.500 „
15.	Rtischtscheff	5.700 „
16.	Liski	5.500 „
17.	Petroff	15.000 „
18.	Essipoff	5.000 „
19.	Kurgan	9.000 „
		262.100 m³

Tafel 2

1.	Moskau, Nr. 4	6.700 m³
2.	„ Nr. 1	34.800 „
3.	Archangelsk	4.100 „
4.	Derbent	2.600 „
		48.200 m³

Diese Kühlhäuser bedienten Moskau, das damalige Petersburg, Astrachanj und die Küste des Kaspischen Meeres, das zentrale landwirtschaftliche Gebiet und Vorsibirien (Kurgan).

Während des Krieges wurden vom Staate weitere 9 Kühlhäuser erbaut mit einem Gesamtinhalt von 60.000 m³ (hierin sind die zeitlichen Kühlhäuser, die später wieder auseinandergenommen wurden, nicht mitgerechnet).

Tafel 3

1.	Barnaul	5.100 m³
2.	Neu-Sibirischer	14.800 „
3.	Krapotkin	5.100 „
4.	Kosloff Nr. 1	7.300 „
5.	Tjumenj	4.900 „
6.	Trojzk Nr. 1	7.700 „
7.	„ Nr. 2	2.500 „
8.	Uraljsk Nr. 1	10.100 „
9.	„ Nr. 2	2.500 „
		60.000 m³

In der Zeit des Bürgerkrieges sind 2 Kühlhäuser verbrannt, 9 weitere mußten außer Betrieb gesetzt werden, so daß 1920 nur noch 21 Kühlhäuser mit einem Gesamtinhalt von 262.400 m³ funktionierten.

Tafel 4

1.	Moskau, »Frigoria« (teilweise)	12.000 m³
2.	Leningrad, Smirnowa	27.000 „
3.	„ Schotlandskij	15.700 „
4.	„ ehem. Gerhard und Hey	8.000 „
5.	Archangelsk	4.100 „
6.	Tschertkoff	5.300 „
7.	Rtischtscheff	5.700 „
8.	Ural Nr. 1	10.100 „
9.	Liski	5.500 „
		93.900 m³

Der Wiederaufbau der Kältewirtschaft begann 1920 mit der Vereinigung der Kühlhäuser in der Zentro-Mjasochladobojnja des Volkskommissariats für Ernährung, und in den Jahren 1920 bis 1922 wurden alle Kühlhäuser wiederhergestellt. 1922 begann auch die Bautätigkeit der M. Ch. B (Mjasochladobojnja), die in 5 Einheiten weitere 63.400 m³ ergab, (Tafel 5), 1924 diejenige der Aktien-Gesellschaft »Chladoexport«, die 3 Kühlhäuser mit einem Gesamtnutzinhalt von 61.100 m³ ausführte (Tafel 6).

Tafel 5

1.	Leningrad, ehem. Gerhard und Hey	13.000 m³
2.	Bijsk	11.400 „
3.	Stalingrad	4.900 „
4.	Ssorotschinsk	4.100 „
5.	Moskau Nr. 11	24.000 „
		63.400 m³

Tafel 6

1.	Leningrad, 47.600 m³, gekühlt	21.100 m³
2.	Noworossijsk	27.800 „
3.	Sewastopolj	12.200 „
		61.100 m³

In dieser letzten Periode verbrannte allerdings ein Kühlhaus (Ural Nr. 1) und es wurden 2 weitere aus verschiedenen Gründen wieder abgebaut (Trojzk Nr. 2 und Kosloff »Union«).

So umfaßt die Kältewirtschaft der R. S. F. S. R. zum Tage des vollendeten zehnten Jahres der Oktober-Revolution 34 Kühlhäuser mit einem Gesamtnutzinhalt von 460.700 m³, d. h. 148% der Vorkriegszeit. 52% davon sind nationalisierte Kühlhäuser, 21% vorrevolutionäre staatliche und 27% vom Sowjet erbaute.

Zieht man noch die zur Zeit in Bau befindlichen Kühlhäuser in Betracht — die sämtlich noch 1928 fertig werden sollen — so verschieben sich die Prozentanteile wie folgt:

43% nationalisierter Kühlhäuser
17% vorrevolutionärer staatlicher Kühlhäuser
und 40% Sowjet-staatlicher Kühlhäuser.

Im Jahre 1928 wird der gesamte gekühlte Nutzinhalt 182% der Vorkriegszeit betragen.

Zu erwähnen sind auch noch die verschiedenen kleinen maschinellen Kühlanlagen, die teils zur Butteraufbewahrung (längs den Sibirischen Eisenbahnlinien mit einem Gesamt-Nutzrauminhalt von 4.000 m³ in 5 Einheiten) teils zur Vorkühlung von Früchten in letzter Zeit geschaffen wurden.

Schlachtkühlhäuser.

Eigentliche Schlachtkühlhäuser gab es vor dem Kriege nicht. Nur ein verhältnismäßig gut eingerichtetes und mit Kühlvorrichtung vorgesehenes Schlachthaus wurde für eine tägliche Schlachtung von 250 Rindern in Koslow von dem Fleischgroßkaufmann Tschadskij um 1910 erbaut. Dieses Schlachthaus, das noch heute besteht, war ursprünglich für Eiskühlung eingerichtet.

Im Kriege wurden im Ganzen 6 solche Schlachtkühlhäuser erbaut und zwar in Uraljsk für 500, Nowo-Ssibirsk für 500, Trojzk für 400, Bernaul für 150, Tjumenj für 150, Kawkask für 150 Rinder täglicher Schlachtung.

Nach der Revolution wurden 2 an vorhandene Kühlhäuser (in Liski für 150, Tschertkowo für 100 Rinder) angebaut, 4 weitere in Bijsk (350 Rinder), Stalingrad (150 Rinder), Ssorotschinsk (150 Rinder) neu ausgeführt.

Im Bau befinden sich zur Zeit 2 große Schlachtkühlhäuser nach amerikanischem Muster in Omsk und in Petropawlowsk.

In Bezug auf die Schweine-Schlachthäuser ist zur Zeit der Vorkriegszustand im Wesentlichen erreicht: es arbeiten 7 solcher Schlachthäuser mit einer Wochenleistung von 9.800 Schweinen. Im Bau befinden sich außerdem noch 3 Schweine-Schlachthäuser die noch 1928 in Betrieb genommen und die wöchentliche Kopfzahl auf 13.400, also auf 138% der Vorkriegsleisung erhöhen werden. Erik Heikel.

Die Kälte in der chemischen Industrie. Refrigeration in the chemical industry. Leuing Chew. Ice and Cold Storage, 1927, Januar und Februar.

Die Teile einer Kältemaschine werden beschrieben und besonders wird auf die Bauformen von Verflüssigern und Verdampfern eingegangen.

Von Interesse ist ein vom Verfasser erfundener Verdampfer, der auf Grund von Studien an einem Glasmodell geschaffen worden ist, und der die Formen der Wasserrohrdampfkessels mit schräg aufsteigenden geraden Rohren ähnelt. Die Sole fließt durch die Röhren n, während der übrige Teil des Mantelrohres a von Ammoniak erfüllt ist. Die Dampfblasen steigen durch das Rohr h in den Dampfsammler g, von wo er durch die Ventile m und u hindurch abgesaugt wird. Die Flüssigkeit wird vom Regelventil e durch f nach d geführt und tritt dort in den Verdampfer ein. Die in g befindliche Flüssigkeit sinkt durch das Rohr l nach unten. k ist ein Schauglas zur Beobachtung des Ammoniakstandes in g. Es soll dadurch ein sehr starker Flüssigkeitsumlauf im Verdampfer erreicht werden. Der Weg der Gasblasen erscheint ziemlich groß. Wenn wirklich die Flüssigkeit 200 mal in der Stunde durch den Verdampfer umläuft, so dürfte dies durch einen unerwünscht starken Druckabfall erkauft sein. Kr.

Verschiedenes

Die Reifen des Fleisches. (The conditioning or riping of meat). **T. Moran and E. C. Smith.** Ice and Cold Storage 1927, Februar.

Die Verfasser berichten über ihre Versuche und kommen zu folgenden Ergebnissen:

1. Wenn Fleisch bei +5° C hängt, so gewinnt es an Zartheit und Geschmack.

2. Dieser Gewinn ist bei sehr hochwertigem Fleisch weniger groß.

3. Dagegen wird Fleisch geringerer Güte vielfach wesentlich verbessert.

4. Nach 14 Tagen (bei +5°) ist das Fleisch noch vollkommen säurefrei.

Die Brauereien im Geschäftsjahr 1926/27. Dr. H. Geiss. Wirtschaftsdienst 1928, Heft 7.

Es werden die Veränderungen in diesem Gewerbe sowie die Bilanzen einer größeren Anzahl von Brauereien besprochen.

Brauerei-Bilanzen für die Geschäftsjahre 1925/26 nnd 1926/27 (in 1000 RM.)

Aktiva	Gebäude, Grundstücke und Anlagen		Einrichtungen Fastagen, Fuhrpark		Vorräte		Darlehen, Hypotheken		Außenstände, Vorauszahlungen		Kasse, Wechsel Bankguthaben		Effekten, Beteiligungen		Diverses	
	1925/6	1926/7	1925/6	1926/7	1925/6	1926/7	1925/6	1926/7	1925 6	1926/7	1925/6	1926/7	1925/6	1926/7	1925/6	1926/7
Schultheiss-Patzenhofer	33825	48781	5442	5268	4093	4375	4221	7725	2077	2562	13485	[5])3928	[1])18716	10102	–	–
Engelhardtbrauerei	13721	14880	1933	2077	3000	3198	–	–	7518	10547	1075	3633	4352	5126	161	333
Dortmunder Aktien-Brauerei	4887	5240	2910	2735	2948	2360	–	—	8467	9332	30	2312	2630	2707	—	—
Holstenbrauerei	6184	7793	2173	2463	2868	3704	–	–	[2])4035	[2])4698	2941	596	—	—	–	—
Brauerei zum Felsenkeller, Dresden	3886	4019	1543	1550	2594	1764	242	497	1655	2185	41	[3])4194	5166	—	—	—
Bavaria-St.-Pauli-Brauerei	6630	7225	1705	2035	2530	2708	3473	4849	1752	2498	556	772	435	29	—	—
Brauerei zum Hafen	6403	7280	460	[4])1782	817	1277	3154	2072	2154	1197	[3]) 386	55	–	285	160	—
Elbschloßbrauerei	4664	4412	760	1010	1605	1440	–	–	1958	1959	234	730	—	—	—	—
A.-G. Paulanerbräu Salvatorbrauerei	3773	5361	774	827	1133	1056	1246	1944	1086	1180	[3])1892	[3])1973	–	—	33	33
Brauhaus Nürnberg	5266	5448	610	519	1641	1680	644	1165	886	1070	209	488	141	140	92	63
Berliner Kindl-Brauerei	5521	5468	350	350	1845	2037	4	49	[2])2248	[2])3607	2544	3834	171	206	—	—
Tucher	4149	4199	374	323	1136	1 31	1249	1137	702	972	481	432	—	—	657	667
Dortmunder Ritter-Brauerei	4012	3650	260	50	1055	1108	–	—	[6])1739	2031	86	2506	—	–	–	–
Erste Kulmbacher Export-Brauerei	2866	2747	555	570	716	868	703	842	1058	976	496	319	—	—	—	—
Hackerbräu	5947	6007	687	909	1284	1044	1107	1523	479	571	[3]) 508	[3]) 304	–	—	—	–
Bill-Brauerei	2034	1979	375	387	1491	1546	–	–	[2])1503	[2])1554	553	586	15	25	23	19
Brauhaus Würzburg	3193	3303	401	510	809	742	157	324	554	766	86	261	—	—	10	11
A.-G. Reichelbräu	1414	1357	240	187	531	473	1053	1080	613	706	616	664	–	99	–	–
Lederer	2462	2454	220	224	579	553	422	577	410	477	968	1119	1	1	—	—
Zusammen	120837	140303	21772	23782	32675	33064	16674	22784	40890	71888	27187	38706	31627	18720	1136	1116

[1]) Darunter: 13,5 Mill. neue Aktien zum Umtausch der Kahlbaum-Aktien. [2]) Dar.: Darlehnsschulden in unbekannter Höhe. [3]) Dar.: Effekten in unbekannter Höhe. [4]) Dar.: Neuanlagen-Konto mit 1127000 RM. [5]) Enthält die Guthaben bei Konzerngesellschaften. [6]) Dar.: Bankguthaben in unbekannter Höhe

Passiva	Aktienkapital		Reserven u. Rücklagen		Langfr. Anleihen u. Hypotheken		Kreditoren, Akzepte		Einlagen v. Kunden und Angestellten		Reingewinn		Div., Wohlfahrtsf., Steuer		Bilanzendsumme	
	1925/6	1926/7	1925/6	1926/7	1925/6	1926/7	1925/6	1926/7	1925/6	1926/7	1925/6	1915/7	1925/6	1926/7	1925/6	19 6/7
Schultheiss-Patzenhofer	39500	39500	2812	3240	1986	2440	3069	4752	15840	22995	8566	8701	[1])10085	[3])11069	81858	92680
Engelhardtbrauerei	12100	12100	4547	4456	828	[4])6462	8157	7031	3331	4761	1799	1836	998	2984	31760	39597
Dortmunder Aktien-Brauerei	11110	11110	1866	2903	575	229	5968	8009	—	—	2085	2158	268	246	21872	24657
Holstenbrauerei	10005	10005	1400	1302	181	210	4783	[7])5089	770	1322	1059	1294	4	3	18202	19255
Brauerei zum Felsenkeller, Dresden	9037	9037	524	[5])1883	91	147	4730	2025	215	426	417	602	77	60	15127	14218
Bavaria-St.-Pauli-Brauerei	9000	9000	1110	1110	129	361	2954	4118	1233	2165	1565	1544	[2])1090	[6])1818	17081	20118
Brauerei zum Hafen	6006	6006	537	835	1263	3750	1312	1886	248	570	844	444	—	616	10203	14110
Elbschloßbrauerei	6005	6005	750	807	48	48	1899	2214	—	—	520	527	—	—	9221	9602
A.-G. Paulanerbräu Salvatorbrauerei	5880	5880	265	618	1080	1563	1567	3207	44	69	1061	1002	38	35	9935	12337
Brauhaus Nürnberg	5605	5605	636	770	733	1357	1177	924	298	627	850	773	190	517	9489	10576
Berliner Kindl-Brauerei	5170	5170	520	520	55	55	1541	1436	2556	5167	1286	1280	552	1924	12680	15553
Tucher	5000	5000	500	554	1124	1294	711	831	218	227	697	581	497	367	8747	8863
Dortmunder Ritter-Brauerei	3565	4565	1308	2829	275	222	802	329	374	305	804	1112	23	51	7152	9346
Erste Kulmbacher Export-Brauerei	4015	4015	188	[5]) 757	116	—	1383	971	—	8	668	548	23	24	6393	6324
Hackerbräu	3258	3258	2319	2682	1313	1313	1845	1551	210	227	882	819	285	504	10114	10356
Bill-Brauerei	3240	3240	474	524	—	—	1793	2817	—	—	487	490	—	—	5994	6072
Brauhaus Würzburg	2810	2810	843	1078	157	432	350	330	15	19	681	757	360	590	5209	5919
A.-G. Reichelbräu	2406	2406	784	814	—	-	927	658	—	—	604	613	47	74	4469	4567
Lederer	2260	2260	941	965	472	466	908	922	62	74	398	438	21	286	5065	5406
Zusammen	145972	146972	22324	28637	10426	20349	46576	48080	26414	38963	25273	24519	14396	21148	290551	329556

[1]) Darunter: Rückstelluugen auf Steuern mit 3792000 RM. und Aufwertung 2395000 RM. [2]) Dar.: 500000 RM. Aufwertungs- und 585000 RM. Steuerrücklagen. [3]) Dar.: Steuerrückstellnngen mit 7082000 RM., Aufwertung 1086 RM. [4]) Dar.: Obligationenanleihe von 1926 mit 5 Mill. RM. [5]) Dar.: Erlös der Vorratsaktien, in unbekannter Höhe verbucht. [6]) Bis auf 4000 RM alles Steuerrücklage. [7]) Einschließlich Brausteuerschulden.

Gewinn- und Verlustrechnung von Brauereien für die Geschäftsjahre 1925/26 und 1926/27 (in 1000 RM.)

	Gewinnvortrag		Diverses		Rohgewinn		Handluugsunkosten		Steuern		Abschreibungen		Diveises		Reingewinn		Dividende %	
	1925/6	1926/7	1925/6	1926/7	1925/6	1926/7	1925/6	1926/7	1925/6	1926/7	1925/6	1926/7	1925/6	1926/7	1925/6	1926/7	1925/6	1926/7
Schultheiss-Patzenhofer	347	429	—	—	[1])66769	[2])69777	21886	21818	26668	30010	4523	5962	5472	3711	8566	8701	15	15
Engelhardtbrauerei	376	387	—	—	30411	35219	21173	a) 17881 b) 5603	6125	7981	1359	1407	341	[6])895	1799	1836	10	12
Dortmunder Aktien-Brauerei	—	—	172	392	[1])6388	[1])6737	2685	[3]) 3294	[5]) —	[2]) —	1790	1677	—	—	2085	2185	12	12
Holstenbrauerei	29	27	—	—	12608	16820	a) 6497 b) 1423	a) 8282 b) 1978	2702	4278	956	1031	—	—	1059	1294	12	12
Brauerei z. Felsenk., Dresd.	3	3	—	—	[1])2179	[1])2398	1282	1330	—	—	484	496	—	—	417	602	5	6
Bavaria-St.-Pauli-Brauerei	76	163	—	—	22877	25418	[3]) 20114	[3]) 22321	—	—	1274	1716	—	—	1565	1544	14	14
Brauerei zum Hafen	—	35	—	—	8528	8669	5385	5395	[4])2015	[4])2531	283	333	—	—	844	444	10	?
Elbschloßbrauerei	5	3	—	—	7239	7697	a) 4117 b) [3]) 2113	a) 3901 b) [3])2569	—	—	419	618	—	—	575	585	8	8
A.-G. Paul'bräu Salvatorbr.	270	298	341	411	6235	6482	3254	3150	2229	2686	303	352	—	—	1061	1002	12	12
Brauhaus Nürnberg	28	46	397	171	10003	10384	a) 3187 b) 1542	a) 3209 b) 1561	1855	2200	317	279	2676	2579	850	773	12	12
Berliner Kindl-Brauerei	49	50	45	46	13530	15393	3807	4412	6545	8327	1872	1331	114	139	1286	1280	20	20
Tucher	58	52	20	32	7094	6476	a) 3338 b) 1105	a) 2966 b) 1045	1792	1739	240	228	—	—	697	581	10	10
Dortmunder Ritterbrauerei	43	55	—	—	[1])8960	[1])4805	1922	2345	684	775	549	571	—	—	804	1112	18	20
Erste Kulmbacher Exp.-Br.	21	21	—	—	1707	1588	368	439	265	340	425	280	3	—	668	548	12	12
Hackerbräu	290	239	—	—	[1])7153	[1])7164	a) 3608 b) 1704	a) 3918 b) 1726	1018	739	229	201	—	—	883	819	10	10
Bill-Brauerei	9	4	—	—	6768	7635	[3]) 5878	[3]) 6763	—	—	427	350	—	50	471	475	14	14
Brauhaus Würzburg	84	91	100	113	4194	4799	3039	4352	652	[7]) 895	173	184	4	—	508	573	9	10
A.-G. Reichelbräu	15	13	—	—	[1])2041	[1])2012	260	285	1027	992	164	133	—	—	604	613	20	20
Lederer	22	25	45	41	2839	3156	585	644	1666	1880	258	260	—	—	398	438	12	14
Zusammen	1725	1941	1120	1206	210523	245729	120272	137088	55243	65373	16025	17410	8610	7374	25140	25004	[8]) 12,5	[8]) 12,8

[1]) Nach Abzug der Rohstoffkosten. [2]) Steuern einschl. soziale Lasten 3877 Taus. RM. [3]) Einschl. Steuern, sozialer Lasten usw. [4]) Einschl. der sozialen Lasten. [5]) Steuern und soziale Lasten erforderten 6079 Taus. RM. [6]) Darunter Anleihedisagio mit 583 Taus. RM. [7]) Sämtliche Steuern erforderten 124 Taus. RM 9 [8]) Im Durchschnitt. a = sachliche Unkosten, b = persönliche Unkosten.

Wirtschaftliche Nachrichten

Das neue Rigaer Kühlhaus. Das erste staatliche Kühlhaus im Hafengebiet von Riga ist teilweise fertiggestellt. Der Eisenbetonbau besteht aus zwei Abteilungen von je 39,5 m Höhe und 33 m Breite und weist in seinem die Kühlräume enthaltenen Teil ein Kellergeschoß, 3 Obergeschosse und ein Dachgeschoß auf. Das Kellergeschoß ist zur Umlagerung weich oder gar flüssig gewordener Butter, sowie von Fleisch und Fischen bestimmt. Die Temperatur kann hier durch eine kombinierte Kühlvorrichtung bis zu -10^0 C gehalten werden. Die drei oberen Stockwerke sind nur mit Luftkühlung versehen und sollen zur Aufbewahrung von Butter dienen: in ihnen ist eine Temperatur von 0 bis 2^0 vorgesehen. Das Dachgeschoß $+2^0$ C soll zur Einlagerung von Eiern und Obst benutzt werden. Der Zugang zu den Kühlräumen erfolgt über breite, durchlaufende Korridore und durch alle Stockwerke gehende Aufzüge besorgen die Verteilung der ankommenden Waren auf das ganze Gebäude. An das Kühlhaus führen drei Geleise, von denen das eine westeuropäische Spurweite aufweist. Bis jetzt sind 15 Kühlkammern betriebsbereit und nach dem fertigen Ausbau des Kühlhauses werden deren 32 vorhanden sein.

Jede Gebäudeseite kann bis zu 70000 Butterfässer zu je 59 kg aufnehmen. Für schnelle Auslagerung ist eine Förderanlage vorgesehen, die stündlich 600 bis 650 Fässer befördert. Die Leistung der Kältemaschinenanlage beträgt 500000 kcal/h bei —10° Verdampfungstemperatur.

Verbrauch an zollfreiem Gefrierfleisch in 38 Städten im Jahre 1926.

absolut in t (1 t = 1 Tonne = 1000 kg und in kg je Kopf der Bevölkerung*).

	t	kg		t	kg
Aachen	1.689	10,866	Potsdam	249	3,884
Düren	393	10,598	Wiesbaden	412	3,773
Hamburg	11.393	10,557	Duisburg	977	3,590
Gelsenkirchen	1.874	8 976	Zwickau	296	3,584
Recklinghausen	538	8,909	Mainz	385	3,560
Wilhelmshaven	225	8,831	Lübeck	416	3,447
Barmen	1.520	8,104	Remscheid	261	3,408
Essen	3.783	8,085	Bielefeld	277	3,223
Bonn	729	8,020	Chemnitz	1.047	3,160
Altona	1 394	7,509	Frankfurt a M.	1.451	3,114
Dresden	4 598	7,432	Magdeburg	915	3,096
Bochum	1.406	7,074	Hildesheim	160	2,748
Elberfeld	1.137	6.766	Görlitz	223	2,602
Köln	4.698	6 667	Pforzheim	192	2,600
München	4 439	6,479	Pfauen	295	2.560
Harburg	461	6.321	Heidelberg	183	2,500
Buer	635	6,278	Marburg	57	2 467
Bremen	1.799	6,099	Schwerte	40	2,434
Nürnberg	2 390	6,020	Stettin	565	2,199
Oberhausen	627	5,899	Stuttgart	761	2,188
Hamborn	735	5,862	Würzburg	176	2,000
Opladen	77	5,836	Ludwigshafen	206	1.994
Hanau	222	5,623	Münch.-Gladbach	219	1,892
Mannheim	1.390	5,580	Flensburg	115	1,808
Düsseldorf	2 404	5,546	Kassel	305	1 775
Leipzig	3.546	5,220	Freiburg i. B.	158	1,720
Hannover	2.182	5,184	Koblenz	90	1,542
Osnabrück	458	5,153	Karlsruhe	218	1,470
Hagen i. W.	509	5,123	Stendal	33	1,119
Bottrop	479	5,100	Breslau	622	1,115
Münster	547	5,076	Stade	13	1,081
Offenbach	402	5,000	Braunschweig	146	0,909
Dortmund	1.600	4,960	Stralsund	32	0,808
Unna	88	4,762	Paderborn	24	0,716
Krefeld	621	4,740	Halle	83	0,427
Mühlheim a. R.	604	7,432	Königsberg	106	0,381
Berlin	18.715	4,601	Emden	10	0,342
Hamm	219	4,391	Frankfurt a. O.	24	0,325
Kiel	920	4,295	Bitterfeld	3	0,171
Solingen	225	4,260	Brandenburg a. H.	7	0,124
Göttingen	175	4,247	Erfurt	4	0,032
Augsburg	680	4,109			

Insgesamt 94282 t = 77,2% der Gesamteinfuhr (112 240 t).
Verarbeitet in bes. zugelassenen Fabriken, die unter behördlicher Kontrolle stehen . . 2.792 t = 2,3 % der Gesamteinfuhr
Insgesamt nachgewiesen 97.074 t = 79,4 % der Gesamteinfuhr

*) Nach amtlichen Angaben zusammengestellt vom Reichsverband des Deutschen Gefrierfleisch-Einfuhr- und Grosshandels E. V. zu Hamburg.

Dem Geschäftsbericht der **Kühlhaus Zentrum A.-G., Hamburg** über das Jahr 1927 entnehmen wir:

Auch das verflossene 16. Geschäftsjahr war im allgemeinen befriedigend. Kühl- und Gefrierräume waren gut belegt. Der Eis-Absatz bewegte sich in gleicher Höhe wie im Vorjahre. Aus dem Reingewinn werden 11% Dividende ausgeschüttet.

Bilanz am 31. Dezember 1927.

Aktiva

Fabrik-Grundstück- und Gebäude-Konto	RM.	1 188 000,00
Wohnhäuser-Konto	»	114 000,00
Maschinen-Konto	»	80 000,00
Inneneinrichtungs-Konto	»	1,00
Betriebsgeräte-Konto	»	1,00
Mobilien-Konto	»	1,00
Kraftwagen-Konto, Abschreibung	»	5 000,00
Bank-Konten	»	384 135,62
Kassa-Konto	»	12 231,93
Effekten-Konto	»	1 850,00
Debitoren	»	40 802,35
Vorräte	»	1 358,15
	RM.	1 827 381,05

Passiva

Aktienkapital-Konto	RM.	1 300 000,00
Reserve-Konto	»	130 000,00
Hypotheken-Konto	»	149 000,00
Kreditoren	»	37 945,64
Mieten, im voraus berechnet	»	6 365,00
Nicht eingelöste Dividendenscheine 1926	»	495,00
Reingewinn 1927	»	199 239,05
Gewinn-Vortrag aus 1926	»	4 336,36
	RM.	1 827 381,05

Gewinn- und Verlust-Konto am 31. Dezbr. 1927.

Soll

Betriebsunkosten: Gehälter, Löhne, Unkosten, Steuern, Betriebsmaterialien, Reparaturen usw.	RM.	560 079,21
Abschreibungen: Fabrik-Grundstück- und Gebäude-Konto	»	12 000,00
Wohnhäuser-Konto	»	6 000,00
Maschinen-Konto	»	40 000,00
Kraftwagen-Konto	»	5 000,00
Reingewinn 1927	»	199 239,05
Gewinn-Vortrag aus 1926	»	4 336,36
	RM.	826 654,62

Haben

Gewinn-Vortrag aus 1926	RM.	4 336,36
Einnahmen aus Mieten, Eisfabrikation usw.	»	822 318,26
	RM.	826 654,62

Kleine Mitteilungen.

Der **Fünfte Internationale Kältekongreß** hat einen recht befriedigenden Verlauf genommen. Die letzten Schwierigkeiten, die dem Beitritt des deutschen Reiches zum Institut International du Froid entgegenstanden, wurden zwar, wie unsere Leser bereits wissen, erst im letzten Augenblick beseitigt. Die Anziehungskraft der Veranstaltung und vor allem des Kongreßortes war aber so groß, daß sich außer den offiziellen vom Deutschen Kälteverein ernannten Delegierten noch eine ganze Anzahl Deutscher zusammen fanden. Die Aufnahme von seiten der andern Nationen war sehr herzlich, alte Bekanntschaften von Chicago (1913) her wurden erneuert und neue Beziehungen angeknüpft. Obgleich die Aufnahmen Deutschlands im Institut erst am dritten Verhandlungstage ausgesprochen wurde, war doch vom ersten Augenblick an für zum Teil ganz hervorragende deutsche Dolmetscher gesorgt, was überaus sympatisch berührte. Ebenso wurde es als eine besondere Freundlichkeit empfunden, daß für den

Kongreß Prof. Dr. Henning zum Vizipräsidenten der Kommission für Thermometrie der tiefen Temperaturen, Prof. Dr. Plank zum zweiten Präsidenten der Kommission für Kältemaschinen und Eiserzeugung, Gewerberat Zäuner zum Sekretär der Kommission für Kälteerzeugung-Kältemaschinen, Dr. Krause zum Sekretär der Kommission für Unterricht bestimmt wurden und daß Prof. Plank auch wirklich die Sitzung seiner Kommission geleitet hat.

Der Tatsache, daß Italien seinen Besuchern unendlich viel zu zeigen hat, wurde dadurch Rechnung

Einige deutsche Teilnehmer am 5. Internationalen Kältekongreß in Rom

Von links nach rechts: 1. Reihe: Gewerberat E. Zäuner, Dipl.-Ing. W. Tamm, Dr. Jürges, Prof. Dr. Plank, Direktor R. Pabst, Ing. Hessling. 2. Reihe: Dr. J. S. Cammerer, Direktor Michels, Prof. Dr. Henning, Ing. E. Altenkirch, Dr. M. Krause.

getragen, daß die Regierung die Teilnehmer des Kongresses beim Besuch der königlichen Museen von der Zahlung des Eintrittsgeldes befreite, und daß in den ersten Tagen Zeit für den Genuß von Kunst und Natur gelassen wurde. Das Wetter war die ganze Woche hindurch ausgezeichnet.

Dann freilich wurde sehr fleißig gearbeitet. Von den unten aufgeführten 180 Vorträgen wurde der größte Teil vorgetragen und besprochen und 25 Wünsche wurden der Vollversammlung zur Beschlußfassung vorgelegt. Ueber die Vorträge wird zum Teil berichtet werden. Vieles war neu und interessant, es wurde aber doch zu viel Zeit aufgewandt für Vorträge, die nichts Wesentliches brachten und eigentlich nur der Propaganda dienten, und vor allem für die natürlich erfolglose Belehrung derjenigen, die die Elemente der Thermodynamik nicht verstanden hatten und sie darum angriffen. Die Ablehnung solcher Vorträge mag unmöglich sein, es ist aber zwecklos, Zeit für die Diskussion solcher Angriffe aufzuwenden. Als weiterer Uebelstand wurde es empfunden, daß zuweilen gerade solche Vorträge, die zu hören einzelne Teilnehmer weite Reisen unternommen hatten, wegen Abwesenheit des Vortragenden ausfielen. Die Teilnehmer erhielten zu Beginn der Tagung von jedem Vortrag eine Zusammenfassung, was den Hörern das Verstehen wesentlich erleichterte.

Ueber die »Wünsche«, die der Kongreß angenommen hat, wird eingehend berichtet werden. Es sind verschiedene darunter, die deutscherseits angeregt worden sind, und viele, die praktische Bedeutung haben oder doch gewinnen können.

Es wird Sache des Institut International du Froid sein, diese Wünsche durchzuführen, sodaß beim nächsten Kongreß 1932 in Argentinien mancher von ihnen bereits verwirklicht sein wird.

Durch seinen Beitritt zum I. I. d. F. erhält Deutschland die Verfügung über eine größere Stückzahl des Bulletin mensuel des renseignements frigorifiques, das in englischer und französischer Sprache monatlich herauskommt und über alle Neuerscheinungen auf unserm Gebiet mehr oder minder ausführlich berichtet. Das Bulletin wird allen Technischen Hochschulen, sowie einer großen Zahl von Verbänden und dergl. überwiesen werden, so daß sich in Zukunft jeder leicht über die Literatur unseres Faches wird unterrichten können.

Im übrigen kann das Bulletin zum Preise von 65 frcs im Jahr, vom Institut Internatial du Froid, 9, Avenue Carnot, Paris (17e) bezogen werden.

Schließlich mag noch ausgesprochen werden, daß die in so harmonischer Weise begonnene internationale Zusammenarbeit zu baldigen und guten Ergebnissen führen möge. Sie wird dann auch das gegenseitige Verständnis der Völker und den Geist der Versönlichkeit und des Ausgleiches fördern und so in doppelter Weise der Menschheit zum Nutzen gereichen.

Krause.

Verzeichnis der Vorträge beim V. Internationalen Kältekongreß in Rom (9. bis 21. April 1928).

Sektion I.

1. Prof. W. H. Keesom: Organisation und Arbeiten der ersten Kommission des Institut International du Froid.
2. Dr. C. A. Crommelin: Bericht über die Gesamtheit der Arbeiten von Kamerlingh-Onnes bei Temperaturen des flüssigen Heliums.
3. Dr. W. Tuyn: Thermometrische Untersuchungen im kryogenen Laboratorium zu London zwischen dem 4. und 5. Internationalen Kältekongreß.
4. Prof. Jean Timmermanns: Ueber den Schmelzpunkt organischer Substanzen, die als Festpunkte bei tiefen Temperaturen dienen können.
5. Prof. W. H. Keesom und Frl. A. F. J. Jansen: Die Ausdehnungszahlfester Körper, bestimmt im kryogenen Laboratorium in Leiden zwischen dem 4. und 5. Internationalen Kältekongreß.

6. Dr. A. Crommelin: Bestimmung der Isothermen, der Dampfspannungen, der Dichte der Flüssigkeiten und des gesättigten Dampfes sowie des geradlinigen Durchmessers nach Cailletet und Mathias bei tiefen Temperaturen, ausgeführt im physikalischen Laboratorium zu London 1924 bis 1928.
7. Dr. A. Crommelin: Bestimmungen der Dichtigkeitskurven, des Durchmessers, der Dampfspannungen und einiger Isothermen des Ethylens, ausgeführt im physikalischen Laboratorium zu London 1924 bis 1928.
8. Prof. Dr. E. Mathias: Der geradlinige Durchmesser der Dichten als Ausgangspunkte für eine natürliche Einteilung der reinen Körper in einfache oder zummengesetzte.
9. G. P. Nijhoff: Ueber den zweiten Virialkoeffizienten des Heliums und des Wasserstoffs.
10. Prof. J. E. Verschaffelt: Ueber die Dampfspannungen des festen und flüssigen Neons und des flüssigen Heliums.
11. Prof. J. E. Verschaffelt: Ueber die Messung der Oberflächenspannung des Heliums und des Neons, ausgeführt in Leiden, 1924 bis 1928.
12. Prof. W. H. Keesom: Bericht über die Untersuchung der Schmelzkurven von Wasserstoff und Helium, ausgeführt im kryogenen Laboratorium zu London 1924 bis 1928.
13. Prof. W. H. Keesom: Bericht über die Untersuchungen der spezifischen Wärmen, ausgeführt im kryogenen Laboratorium zu Leiden 1924 bis 1928.
14. Prof. W. H. Keesom: Bericht über die Bestimmungen der Verdampfungswärmen, ausgeführt im kryogenen Laboratorium zu Leiden 1924 bis 1928.
15. Prof. W. H. Keesom: Ueber die Konstruktion von Entropietafeln und Mollierdiagrammen, ausgeführt im kryogenen Laboratorium zu Leiden 1924 bis 1928.
16. Prof. W. H. Keesom und D. J. Houthoff: Entropiediagramm für Wasserstoff.
17. Prof. W. H. Keesom und D. J. Houthoff: Entropiediagramm für Helium.
18. Prof. W. H. Keesom: Ueber die Leistungsfähigkeit der Verflüssiger für Wasserstoff und Helium.
19. Prof. W. H. Keesom: Bericht über die Untersuchungen betreffend die Struktur der Substanzen in flüssigem und festem Zustande bei tiefen Temperaturen, ausgeführt 1924 bis 1928.
20. Prof. J. De Smedt: Röntgenstrahlanalyse von festem Ammoniak und festem Schwefelkohlenstoff.
21. Prof. Dr. M. Wolfke: Messungen über die Dielektrizitätskonstante bei tiefen Temperaturen, ausgeführt im kryogenen Laboratorium zu Leiden 1924 bis 1928.
22. Prof. L. Végard: Ueber das von in festen Zustand übergeführten und elektrisch bestrahlten Gasen ausgehende Licht.
23. Prof. J. W. Obreimow und Prof. W. J. de Haas: Ueber den Farbenwechsel der Kristalle bei tiefen Temperaturen.
24. Dr. A. C. S. Van Heel: Optische Untersuchungen an einigen Verbindungen, ausgeführt 1924 bis 1928.
25. Prof. J. Becquerel und Prof. W. J. de Haas: Magnetooptische Untersuchungen bei tiefen Temperaturen, ausgeführt 1924 bis 1928.
26. Prof. W. J. De Haas, Dr. W. Tuyn, Dr. G. J. Sizoo und J. Voogd: Untersuchungen über Metalle mit Ueberleitfähigkeit, ausgeführt 1924 bis 1928.
27. Dr. H. R. Woltjer und Prof. W. J. de Haas: Magnetische Untersuchungen bei tiefen Temperaturen, ausgeführt 1924 bis 1928.
28. Prof. J. E Verschaffelt: Die Verdampfungswärme beim absoluten Nullpunkt.
29. Frederick G. Keyes und Leighton B. Smith: Fortschritte in der Messung an Dämpfen in gesättigtem und überhitztem Zustande (Teil des Wasserdampf betreffenden Arbeitsprogrammes der A. S. M. E.
30. C. Corbetta: Bemerkungen über den absoluten Nullpunkt.
31. C. Corbetta: Entropie.
32. C. Corbetta: Bemerkungen über den Carnotprozeß.
33. E. Guarini: Ueber die Notwendigkeit, die Grundgesetze der Thermodynamik neu zu formulieren.
34. E. Guarini: Ueber das Verschwinden der äußeren Verdampfungswärme bei der Verflüssigung. Seine Wichtigkeit für die Kälteindustrie.
35. J. H. Coblyn: Die Konstruktion eines Entropiediagrammes.
36. J. H, Awbery und Ezer Griffiths: Die Konstruktion angenäherter Entropie-Temperatur-Diagramme von Stoffen, deren physikalische Konstanten noch nicht genau bestimmt sind.
37. A. Griffiths: Neue Instrumente zur Messung der Luftfeuchtigkeit.
38. Prof. Dr. J. E. Verschaffelt: Die Terminologie und Benennungen in der Thermodynamik.
39. Gürseppe La Cauza: Die Terminologie der Kälte.
40. Dr. Juzo Tohyama: Ueber die Widerstandsfähigkeit von vibrio cholerae gegen tiefe Temperaturen.
41. Dr. Erich Hanschmidt: Ueber die Behandlung von Hautkrankheiten mit Kälte.
42. Dr. B. P. Zitowitsch: Die Kälte verdrängt das Messer der Chirurgen bei der Behandlung von Krankheiten infolge Störung der inneren Sekretion.

Sektion II.

1. E. Guarini: Die Kühlung bewohnter Räume, besonders der Lichtspielhäuser, Theater, Versammlungssälen durch Kältemaschinen.
2. M. Schneider: Die Vergrößerung der Behaglichkeit bewohnter Räume in den Tropen.
3. M. Cassiers: Ventilator-Verdampfer, C. G. M.
4. W. H. Carrier und L. L. Lewis: Gegenwärtiger Stand der künstlichen Kühlung von Theatern und Hörsälen in den Vereinigten Staaten.
5. H. Itier: Studie über die Belüftung und wirtschaftliche Kühlung von Häusern in den Kolonien.
6. Bror Gustav Dahlberg: Die Isolierung von Wohnräumen.
7. N. H. Hiller: Ein Mollier-Diagramm für Kohlensäure und seine Verwendung zur Berechnung von einstufigen und mehrstufigen Verdichtern.

8. Dr.-Ing. Haruhisa Inokuty: Ueber ein zeichnerisches Verfahren zur Bestimmung des Verdichtungsdruckes einer CO_2-Maschine bei höchstem wirtschaftlichen Wirkungsgrad.
9. Dr.-Ing. Haruhisa Inokuty: Ueber einige neue Kreisprozesse an Verdichtungskältemaschinen. Theorie und Versuchsergebnisse.
10. Henry Brier: Kohlensäure-Kältemaschinen mit Vorkühlung, Verdampfung im Hochdruckverdampfer, zweistufiger Verdichtung in einem Zylinder und automatischer Regelung.
11. Prof. E. H. Lamb: Ueber die Vorkühlung der Flüssigkeit in Kohlensäure-Kältemaschinen.
12. F. A. Willcox: Ueber die Vorkühlung der Flüssigkeit in Kohlensäure-Kältemaschinen.
13. Prof. Ch. Colombi: Ueber die Berechnung von Turbo-Verdichtern und ihre Anwendungen in der Kälte-Industrie.
14. R. Follain. Eine neue Wasserdampfkältemaschine mit stufenweiser Verdampfung und Verflüssigung, System Scam-Follain,
15. E. Guarini: Ein einfaches und wirtschaftliches Mittel zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit von Kältemaschinen durch Einführung des Betriebes mit Ueberhitzung.
16. Borjeson: Die technische Entwicklung des Kältemaschinenverdichters und der Anlagen von 1924 bis 1927.
17. Dr. Mary E. Pennington. Die Konstruktion von Haushaltkältemaschinen.
18. A. H. Goß. Die Kleinkältemaschine.
19. Bäckström: Die Entwicklung der Absorptionskältemaschine für Haushaltszwecke in Schweden. Die Kältemaschine von Platen-Munters.
20. R. Follain: Die Rückkühlung von Wasser, besonders des Kühlwassers von Kältemaschinen.
21. E. Guarini: Die Ausnützung der atmosphärischen Wärme als Antriebskraft mit Hilfe von Kältemaschinen.
22. E. Guarini: Kältetechnische Konstruktionen in Belgien 1928.
23. Prof. Tsydzik und Adrianoff: Die Herstellung von Kältemaschinen in Rußland und ihre Einfuhr vom Auslande.
24. F. S. Heckler und Arthur J. Wood: Uebersicht über die Verfahren zur Prüfung des Wärmedurchganges durch Wärmeschutz- und durch Baustoffe.
25. M. Duffieux: Bemerkung über die Messung der Wärmeleitzahlen.
26. A. Perfetti: Ein neues Verfahren zur Bestimmung der inneren und der äußeren Leitfähigkeit von Stoffen.
27. Prof. A. Watzinger: Die Wärmeleitung von Wärmeschutzstoffen.
28. M. S. van Dusen und J. L. Finck: Wärmedurchgang durch Wärmeschutzstoffe.
29. Prof. Dr.-Ing. Krueger: Untersuchungen über die wärmeschützenden Eigenschaften von Wänden von verschiedener Bauart und aus verschiedenen Baustoffen.
30. Prof. Henri Bénard: Ueber die Bestimmung der Wärmedurchgangszahl durch die Wände eines stark isolierten Wagens durch innere elektrische Heizung und die wirkliche Genauigkeit der Messungen.
31. C. Corbetta: Die Bestimmung der geeignetsten Isolationsstärke beim Bau einer Kühlanlage.
32. C. R. Lyle: Frühere und heutige Wärmeschutzstoffe in den Vereinigten Staaten.
33. Julius H. Stone: Moderne Isolationsverfahren.
34. R. P. Russell, H. O. Forrest und J. K. Roberts: Rostschutzverfahren in Kühlanlagen.
35. E. Guarini: Ueber die Notwendigkeit die Einheiten und charakteristischen Angaben bei Angeboten von Kühlanlagen zu vereinheitlichen.
36. A. Barrier: Die Arbeiten der sechsten Internationalen Kommission des I. I. d. F.
37. Gebrüder Sulzer und Escher Wyss & Cie.: Die Standardisierung der Eiszellen.
38. Margaret H. Kingsley: Die Verkaufsorganisation der Eis-Industrie.
39. Prof. Krylov: Die Fortschritte in der Eiserzeugung durch natürliche Kälte.
40. R. Follain: Die Kühlung elektrischer Maschinen besonders der Turbogeneratoren und der U-Boot-Motoren.
41. W. H. Carrier und L. L. Lewis: Der gegenwärtige Stand der Kühlung von Theatern und Hörsälen in den Vereinigten Staaten durch Kältemaschinen. (Schluß folgt).

Für den **störungsfreien und wirtschaftlichen Betrieb von Kältemaschinen** ist die Verwendung vollständig wasserfreien Ammoniaks von grösster Wichtigkeit, weil sonst Anfressungen der Ventile und Kolbenstangen, sowie Wasserschläge im Kompressor zu befürchten sind. Ferner verhindern Wasser und andere Verunreinigungen des Ammoniaks den Wärmeaustausch im Verdampfer und setzen dadurch die Leistung der Anlage herab.

Beim Einkauf von flüssigen Ammoniak in Stahlflaschen ist deshalb besonders darauf zu achten, dass die Verpflichtung auf Lieferung eines garantiert wasserfreien Erzeugnisses übernommen wird.

Patentberichte.

Anmeldungen.

17a, 3. C. 37 239. Philipp Conrady, Oberursel a. T. Verfahren zur teilweisen Beseitigung der Kompressionswärme bei Kompressionskältemaschinen. 28. 9. 25.

17a, 4. W. 75 297. Wilhelm Weckerle, Zuffenhausen, Wttbg. Regel- und Kontrolleinrichtung für Kältemaschinen; Zus. z Anm. W. 71 090. 9. 3. 27.

17a, 8. L. 69 028. Emil von Leesen, Berlin-Treptow, Am Treptower Park 39. Absorptionskühlanlage. 28. 7. 27.

17a, 9. H. 105 373. Friedrich Hansel, Berlin, Steglitz, Am Fenn 14. Kombinierte Raum- und Flüssigkeits-Kühlung nach dem Absorptions-Prinzip für periodischen Betrieb. 13. 2. 26.

17g, 2. F. 59 774. Frankfurter Maschinenbau-Akt.-Ges. vorm. Pokorny & Wittekind u. Dr. Viktor Fischer Frankfurt a. M. Ventil zur Regelung der Sauerstoffentnahme aus Luftverflüssigungs- und Trennungsapparaten. 11. 9. 25.

17g, 2. M. 86031. Rudolf Karl Eduard Mewes, Dortmund, Kronprinzenstr. 47. Zweistufiges Verfahren zum Zerlegen schwer kondensierbarer Gasgemische, wie Luft und dgl., mittels Rektifikation. 15. 8. 24.

17g, 2. 93354. Messer & Co. G. m. b. H., Frankfurt a. M., Rebstöckerstr. 57—59. Verfahren zur Zerlegung flüssiger Luft in Sauerstoff und Stickstoff bei Zweisäulenapparaten. 18. 2 26

17c, 4. S. 77663. Thomas Benton Slate, New York, V. St. A.; Vertr.: Dipl.-Ing. B. Kugelmann, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Preß-Verschlußdeckel für Kohlensäureschnee-Behälter in Kühleinrichtungen. 28. 9. 25. V. St. Amerika 27. 9. 24.

17a, 2. W. 71192. Erik Wilhelm Waldener, Duvbo, Sundbyberg, Schwed.; Vertr.: R. Gail, Pat.-Anw., Hannover. Umlaufende Kompressionskältemaschine. 4. 12. 25.

17a, 8. P. 54269. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann u. Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verfahren zur Kondensierung von Gasen, Gasgemischen oder der aus dem Kocher mitgeführten Dämpfern des Apsortionsmittels bei Apsorptionskälteapparaten; Zus. z. Anm. P. 53265. 28. 12. 26.

17c. 4. R. 64819. Charles Harold Mc Leay Rayson, St. Kilda, near Melbourne, Austr.; Vertr.: Dipl.-Ing. G. u. Dipl.-Ing. H. F. Wertheimer. Pat.-Anwälte. Berlin SW 11. Lufteinlaßkanal für Kühlräume. 10. 7. 25. Australien 28. 7. 24.

17a, 9. H. 96521. Ludwig Hirsch, Berlin W 15, Pariser Str. 59. Absorptions-Kälteerzeuger mit abwechselnder Heiz- und Kühlperiode. 18. 3. 24.

17a, 9. O. 15386. Stuart Otto, Seranton, Pennsilvania, V. St. A.; Vertr.: Dr. S. Hamburger, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Verdampfer für periodisch arbeitende Absorptions-Kühleinrichtungen. 19. 12. 25. V. St. Amerika 19. 12. 24.

17a, 9. B. 129638. Firma Gebrüder Bayer-Augsburg, Aeußere Uferstr. 65. Intermitierend arbeitende Absorptionskältemaschine 7. 2. 27.

17g, 2. F. 62481. Mathias Fränkl, Augsburg, Ulmerstr. 234. Mantelkühlung an Kältetauschern für die Zerlegung von Gasgemischen; Zus. z. Anm. F. 57811. 18. 11. 26.

17g, 2. F. 64186. Mathias Fränkl, Augsburg, Ulmerstr. 234. Kältespeichereinsatz für Gaszerlegungsanlagen; Zus. z. Anm. F. 57811. 1. 8. 27.

17a, 5. F. 62477. Dipl.-Ing. Carl Fohr, München, Bothmerstra. 12. Kältemaschine, bei welcher atmosphärische Luft nach dem Zweitaktverfahren in einen Zylinderraum gesaugt wird. 16. 11. 26.

17a, 8. K. 98602. Erich Kindermann, Berlin-Reinickendorf, General-Barby-Str. 11. Schmelzsicherung zu Unterbrechung des Stromes bei elektrisch beheizten Behältern, insbes. bei Kochern von Kältemaschinen. 3. 4. 26.

17g, 1. S. 75878. Dr. Franz Simon, Berlin W 15, Pariser Str. 25. Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung tiefer Temperaturen. 25. 8. 26.

17g, 2. M. 86389. Rudolf Karl Eduard Mewes, Dortmund, Kronprinzenstr. 47. Zweistufiges Verfahren zum Zerlegen schwer kondensierbarer Gasgemische; Zus. z. Anm. M. 86031. 15. 9. 24.

Erteilungen.

17a, 4. 457734. Gabriel Zwicky, Winterthur. Schweiz; Vertr.: A. Elliot, Pat.-Anw., Berlin SW 48. Schwimmerregler. 5. 3. 26. Z. 16462.

17a, 6. 457680. Sperling & Co., Komm.-Ges., Hamburg. Kleineismaschine. 12. 4. 25. B. 119315.

17a, 9. 457681. The Silica Gel Corp., Baltimore, V. St. A.; Vertr: Dr. G. Döllner, M. Seiler, E. Maemecke, Pat.-Anwälte, Berlin SW 61. Kühlverfahren. 12. 3. 26. S. 73658. V. St. Amerika 11. 3. u. 28. 10. 25.

17a. 8. 458091. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermang u. Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verfahren zur Kälteerzeugung durch eine mit indifferentem Gas arbeitende Absorptionsmaschine. 9. 10. 26. P. 53797.

17c, 4. 458019. Burmeister-Weiss-Bilger G. m. b. H., Frankfurt a. M. Kühlanlage. 30. 12. 25. B. 123419.

17a, 8. 458799. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolaget, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verschluß für Absorptionskälteapparate. 21. 11. 26. P. 54055. V. St. Amerika 21. 11. 25.

17c, 3. 458648. Dr. Peter Schlumbohm, Berlin W 62, Lützowpl. 3. Vorrichtung zum Kühlen mittels Kältesalz durch Lösung. 22. 3. 27. Sch. 82124.

17c, 4. 458758. Hermann Denecke sen., Berlin-Lankwitz, Charlottenstr. 45. Kühlschrank. 9. 10. 27. D. 54056.

17c, 4. 458800. Wilhelm Rohrbeck, Berlin-Reinickendorf, Residenzstr. 33. Kühlschrank mit herausnehmbarem Eisbehälter. 5. 4. 27. R 70784.

17g, 2. 458894. Dr.-Ing. Arthur Seligmann, Düsseldorf, Elisabethstr. 73. Verfahren zum Kaltfahren von im übrigen nach bekannten Verfahren arbeitenden Gasverflüssigungs- und Trennungs-Vorrichtungen. 27. 5. 22. S. 59930

17a, 8. 459088. Platen Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Patent-Anwälte, Berlin SW 11. Vorrichtung zur Förderung der Absorptionsflüssigkeit in Absorptionskälteapparaten. 23. 6. 27. P. 55523. V. St. Amerika 8. 1. 27.

17a, 9. 459089. Geza Tipecska, München, Schreudolphstr. 2. Drehbare Absorptionskältemaschine für periodischen Betrieb. 1. 11. 25. T. 30992.

17a. 14. 458950. Mannesmann Kälteindustrie Akt.-Ges., Berlin W 50. Kältemaschine, die nach dem Absorptionsprinzip arbeitet. 18. 12. 24. M. 87601.

17a, 17. 459046. Dr.-Ing. Albert Klein, Stuttgart, Panoramastr. 23. Verfahren zur Entfernung von Luft aus dem Kältemittelkreislauf in Kühlsystemen. 23. 6. 23. K. 86360.

17g, 2. 459348. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A.-G., Höllriegelskreuth bei München. Verfahren zur Zerlegung von Gasgemischen. 1. 6. 23. G. 58185.

17g, 2. 459349. Dr.-Ing. Arthur Seligmann, Düsseldorf, Elisabethstraße 73. Verfahren der Gasverflüssigung mittels Drosselung und Gegenstrom-Wärmeaustausch mit doppeltem Kreislauf. 16. 5. 22. S. 59794.

17g, 2. 459255. Dr.-Ing. Arthur Seligmann, Düsseldorf, Elisabethstr. 73. Verfahren zur Trennung

eines Gasgemisches in seine Bestandteile durch Rektifikation. 27. 5. 22. S. 59931.

17a, 8. 459892. Gesellschaft der Maschinenfabriken Escher Wyß & Cie., Zürich; Vertr.: H. Nähler, Dipl.-Ing. F. Seemann und Dipl.-Ing. E. Vorwerk, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Kälteanlage mit Kreiselverdichter. 31. 5. 21. A. 35571.

17c, 3. 450904. Nikolai Dahl, Trondhjem, Norwegen; Vertr.: Pat.-Anwälte Dr. R. Wirth, Dipl.-Ing. C. Weihe, Dr. H. Weil, M. M. Wirth, Frankfurt a. M., Dipl.-Ing. T. R. Koehnhorn, Dipl.-Ing. E. Noll, Berlin SW 11. Vorrichtung zum Herstellen einer Kühlsole. 28. 3. 26. D. 50111.

17a, 8. 460366. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verfahren zur periodischen Umwälzung von Mitteln in Absorptionskälteapparaten. 17. 3. 27. P. 54856. Schweden 20. 1. 27.

Löschungen.

17a, 418848, 425991, 359912
17b, 450447, 430212
17d, 241968, 433456
17f, 304078

Gebrauchsmuster

Eintragungen.

17d. 1022159. Paul Rüters, Berlin SW. 11, Dessauer Str. 7. Doppelröhrenkondensator. 23. 1. 28. R. 72574.

17a. 1023090. Alfred Richter, Berlin-Reinickendorf-Ost, Verl. Koloniestr. 12. Mehrstufiges Rückschlagventil für Kältemaschinen. 19. 12. 27. R. 72206

17g. 1023701. Dr.-Ing. Alexander Bernhard Dräger, Lübeck, Moislinger Allee 53. Flaschenverschlußventil für hochgespannte Gase. 12. 9. 23. D. 41701.

17a. 1025785. Dr.-Ing. Siller & Rodenkirchen G. m. b. H., Rodenkirchen a. Rh. Kühlradiator. 28. 2. 28. S. 68671.

17a. 1025786. Dr.-Ing. Siller & Rodenkirchen G. m. b. H., Rodenkirchen a. Rh. Element für Kühlradiator. 28. 2. 28. S. 68672.

17a. 1025787. Dr.-Ing. Siller & Rodenkirchen G. m. b. H., Rodenkirchen a. Rh. Element für Kühlradiator. 28. 2. 28. S. 68673.

17c, 1026871. Friedrich Walb, Mainz, Auf der Steige 8. Gefrierschrank. 10. 6. 24. W. 67167.

17a, 1028999. Akt. Ges. Brown, Boveri & Cie., Baden, Schweiz; Vertr.: Dr. R. Boveri, Mannheim-Käfertal. Antrieb des in die Verflüssigertrommel eingebauten Kompressors einer Klein-Kältemaschine. 30. 5. 27. A. 45606.

Auszüge aus den Patentschriften.

17a, 18. 452489. Kältemittel. Dr. Detlev Schmidt in Hamburg. Patentiert vom 30. Oktober 1926 ab.

Gegenstand der Erfindung bildet ein neues Kältemittel bezw. eine Gruppe von Kältemitteln, die die Vorteile der bisher bekannten Kältemittel miteinander vereinigen und deren Nachteile beseitigen. Die neuen Kältemittel bestehen aus aliphatischen Aminen oder deren Substitutionsprodukten mit einem Siedepunkt unter 25° C, rein oder in Gemischen. Es kommen also in erster Linie Amine der aliphatischen Kohlenwasserstoffe mit nicht mehr als sechs Kohlenstoffatomen oder Substitutionsprodukte dieser Amine in Frage. Diese Stoffe sind als Kältemittel deshalb besonders geeignet, weil sie nicht nur eine hohe Verdampfungswärme, sondern, wie das Ammoniak, eine außerordentliche Löslichkeit in Wasser besitzen, Metallen gegenüber chemisch indifferent sind und dank ihres günstig liegenden Siedepunktes verhältnismäßig niedrige Dampfdrucke haben.

In erster Linie besitzt das Monomethylamin als Methylderivat des Ammoniaks die oben geschilderten, für die Kälteerzeugung außerordentlich wertvollen Eigenschaften der Stammsubstanz. Er besitzt bei 15,4° C eine Dampfspannung von 2,60 Atm. abs., bei 40° C (Tropentemperatur) eine solche von 5,93, ferner bei 15° C eine Verdampfungswärme von etwa 185 cal/g, einen Siedepunkt von —6° C bei 760 mm Atmosphärendruck und einen Bunsenschen Absorptionskoeffizienten von 1159 für Wasser bei 12,5° C. Seine Verdampfungswärme ist zwar etwa 40 Prozent kleiner als die des Ammoniaks, dafür ist aber seine Löslichkeit um etwa 30 bis 40 Prozent größer. Es siedet 20° höher als Ammoniak etwa in der Nähe der für Schwefeldioxyd geltenden Siedetemperatur. Daher wird der Kälteerzeuger im Gegensatz zu Ammoniak hinsichtlich des geringeren Dampfdruckes — etwa ebenso hoch wie Schwefeldioxyd — nicht stärker beansprucht als durch Schwefeldioxyd. Aber es ist ebenso chemisch indifferent gegen Metallteile wie Ammoniak, sehr zum Unterschied von Schwefeldioxyd. Daher ist das Monomethylamin allen bisher verwendeten Kältemitteln gegenüber ein überlegenes Mittel zur sehr wirtschaftlichen Erzeugung von Kälte sowohl nach dem Prinzip der Verdichtung als auch der Absorption.

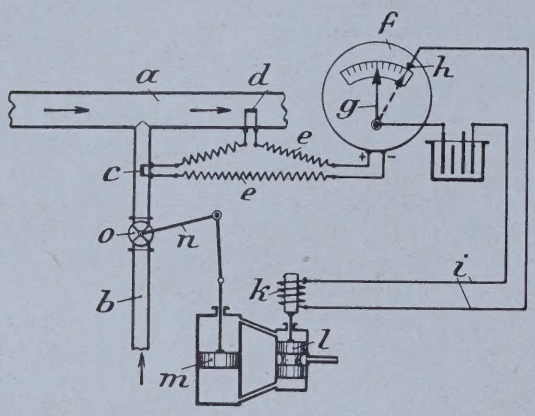
Da das Monomethylamin gegenüber Schwefeldioxyd etwa eine gut zweimal so hohe Verdampfungswärme besitzt und außerdem chemisch indifferent gegen Metallteile ist, so eignet es sich als höherwertiges Kältemittel besonders gut für die Verwendung in den Tropen, wo Schwefeldioxyd bisher viel als Kältemittel verwendet wurde. Ferner gestattet es infolge seines dem Schwefeldioxyd naheliegenden Siedepunktes die weitere Verwendung derjenigen Kälteerzeuger, die bisher mit Schwefeldioxyd als Kältemittel arbeiteten und nun nach Verwendung Monomethylamin wahrscheinlich mit einem hohen Nutzeffekt arbeiten. Besonders in feuchten Tropenländern ist das Monomethylamin dem Schwefeldioxyd überlegen.

Aehnlich wie das Monomethylamin verhalten sich Dimethylamin und Trimethylamin, ersteres mit einem Siedepunkt von +7,3° C und letzteres mit einem solchen von +3,5° C bei einem Druck von 760 mm QS. Auch Substitutionsprodukte dieser Amine sind anwendbar, vorausgesetzt, daß ihr Siedepunkt nicht über 25° C liegt.

Eingehende Versuche mit den neuen Kältemitteln haben jedenfalls ihre vorzügliche Eignung erwiesen. Ihre Löslichkeit in Wasser kann noch dadurch erhöht werden, daß dem Wasser Halogenide der Alkali- oder Erdalkalimetalle in mindeststöchiometrischem Verhältnis zugesetzt werden, beispielsweise in Form von Lithiumchlorid. Mit diesem geht z. B. Monomethylamin unterhalb 40° C eine lockere chemische Molekülverbindung nach der Formel [LiCl . . .

$(CH_3NH_2)_3$] ein, deren Existenz reversibel von der Temperatur abhängig ist. Aehnliches tritt ein bei der Verwendung von Kalziumchlorid.

17a, 4. 453324. Einrichtung zur Regelung des Zustands von überhitztem Dampf, insbesondere bei Verbund-Kältekompressoren. Gebrüder Sulzer Akt.-Ges. in Winterthur, Schweiz. Patentiert vom 24. August 1926 ab.



Die Erfindung besteht darin, daß in die Flüssigkeitszuleitung und in die Dampfableitung eingebaute Thermoelemente auf ein Voltmeter einwirken, das bei Ueberschreitung der zulässigen Dampfüberhitzung einen Hilfsstromkreis schließt, durch welchen der Durchfluß in der Flüssigkeitszuleitung entsprechend verstellt wird.

a ist der Aufnehmer eines Verbund-Kältekompressors, bei dem die Ueberhitzung des in den Hochdruckzylinder einzulassenden Dampfes durch Einspritzen von flüssigem Kältemittel aus der Leitung b auf z. B. 20° vermindert werden soll, wenn der Niederdruckzylinder höher überhitzten Dampf abgibt. Zu diesem Zweck ist in der Flüssigkeitszuleitung b und auf der Hochdruckseite des Aufnehmers a je ein Thermoelement c bzw. d angeordnet, die gegeneinandergeschaltet und durch die Leitungen e an ein Voltmeter f angeschlossen sind, dessen Zeiger g einen mit zunehmenden Temperaturunterschied zwischen c und d sich vergrößernden Ausschlag erfährt.

Wird der höchst zulässige Temperaturunterschied bzw. die höchst zulässige Dampfüberhitzung erreicht oder überschritten, so schließt der Zeiger g durch Anschlag an einen Kontaktstift h einen Stromkreis i, der über ein Relais k den Schieber l eines hydraulischen Servomotors m so verstellt, daß dieser durch das Gestänge n das Abschlußorgan o in der Flüssigkeitszuleitung öffnet und auf diese Weise die Dampfüberhitzung im Aufnehmer auf den gewünschten Grad herabmindert. Sinkt die Ueberhitzung des in den Aufnehmer eintretenden Dampfes wieder auf oder unter die gewünschte Grenze herab, dann wird der Hilfsstromkreis i vom Voltmeter wieder unterbrochen, das Relais läßt den Schieber l wieder los, und dieser geht in eine Stellung zurück, bei der der Servomotor das Abschlußorgan o wieder schließt.

Das Abschlußorgan o ist so eingestellt, daß es die Leitung b nie völlig schließt. Durch diese Anordnung steht das Thermoelement c auch dann unter dem Einfluß der expandierenden Kälteflüssigkeit, wenn sich das Abschlußorgan o in der Schlußstellung befindet.

17a, 1. 453506. Kleinabsorptionskältemaschine. Schwarzwaldwerke Lanz Komm.-Ges. in Mannheim. Patentiert im Deutschen Reiche vom 6. Mai 1923 ab.

Die Erfindung besteht darin, daß ein Vorkondensator, der Kondensator, den Temperaturwechsler und der Absorber in rings- oder schraubenförmigen Rohrgängen oder in gleichbedeutender Anordnung um den ganzen Kocher und nicht nur, wie für Vor- und Hauptkondensator bekannt, um den Kocherdom gelegt werden. Hierdurch wird eine weitgehende Minderung der Bauhöhe erzielt.

Patent-Ansprüche:

1. Kleinabsorptionskältemaschine, dadurch gekennzeichnet, daß ein Vorkondensator, der Kondensator, der Temperaturwechsler und der Absorber in ring- oder schraubenförmigen Rohrgängen oder in ähnlicher, sich der Form des Kochers anpassender Anordnung um den Kocher herumgelegt sind.

2. Kleinabsorptionskältemaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorkondensator (2) von dem Kühlwasser durchspült wird, das in bekannter Weise vorher durch den Absorber und den Kondensator geleitet wurde.

3. Kleinabsorptionskältemaschine nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kondensator (2) in solcher Höhenlage zum Kocher angeordnet ist, daß das im Vorkondensator kondensierende Wasser durch ein am Boden des Vorkondensators mündendes Rohr (c) von selbst in den Kocher zurückfließt.

17g, 2. 453513. Vorkühlverfahren zur Verflüssigung und Trennung schwer verflüssigbarer Gase und Gasgemische. Johanna Mewes geb. Ludwig, Hildegard Mewes in Berlin und Rudolf Mewes in Dortmund. Patentiert vom 6. August 1922 ab.

Bei den Arbeitsverfahren zur Tiefkühlung oder Verflüssigung der schwer verflüssigbaren Gase oder Gasgemische und zur Trennung solcher Gemische hat man bisher schon versucht, die Leistung durch Vorkühlung des verdichteten Betriebsmittels (Luft o. dgl.) mittels einer Verdichtungskühlanlage (Kompressionsammoniak- oder Kohlensäureeismaschine zu erhöhen. Diese hat aber den Nachteil, daß die untere Kältegrenze etwa bei —30° liegt, während es für die Vorkühlung bei der Gasverflüssigung und Trennung erwünscht ist, bis etwa —70° herunterzukühlen. Diese tiefen Temperaturen können aber auf wirtschaftlichere Weise als durch Verdichtungskältemaschinen durch eine Absorptionskältemaschine erreicht werden.

Bei dem vorliegenden Verfahren soll für den Betrieb der Absorptionskältemaschine entweder die Verdichtungswärme der hochgedrückten Luft oder eines anderen Betriebsgases, wie z. B. Wassergas, Verwendung finden.

Durch die Herunterkühlung bis zu etwa —70° erreicht man den Vorteil, daß man schon bei Entspannung von 20 bis 65 Atm. mittels Kolbenmaschine o. dgl. auf etwa eine Atmosphäre weniger als —120° kommt. Bei gutem, also wenig Reibung ergebendem Arbeitszylinder, z. B. beim Arbeiten mit freiem Spiel des Kolbens, gelangt man sogar leicht bis auf —170° und darunter.

Das beschriebene Vorkühlverfahren kann natürlich auch mit Hochdruckspannungen von 60 bis 150 bzw. 200 at. arbeiten. Es ergibt dann naturgemäß eine noch kürzere Anfahrzeit und günstigere Tiefkühlleistung. Beim Arbeiten mit so hohen Spannungen erreicht man bekanntlich den nicht zu unterschätzenden Vorteil, daß der Entspannungszylinder entbehrlich wird und statt desselben ein Drosselventil benutzt werden kann. Eine einfache Rechnung zeigt, daß bei Vorkühlung auf —60° und bei diesen hohen Drücken die Entspannungstemperatur mittels Drosselventils auf —160° sinkt. Man erhält so die Möglichkeit, statt mittels Expansionszylinders und Drosselventils mittels zweier Drosselventile oder eines zweisitzigen Doppeldrosselventils arbeiten und damit die Betriebsweise möglichst vereinfachen zu können. Außerdem läßt sich bei Anwendung zweier Drosselventile durch wechselseitige Kühlung der Hochdruckluft im Gegenstrom mittels der entspannten Luft die Anfahrzeit stark abkürzen.

Der Ueberschuß an Kälte, welcher den abziehenden Gasen bei ihrem Austritt aus dem Wärmeaustauscher noch zumeist eigen ist, wird zweckmäßig im Verflüssiger der Absorptionskältemaschine mit nutzbar gemacht. Diese Art der Kältewiedergewinnung bietet die Möglichkeit, den gesamten Kälteinhalt der gespannten Bestandteile des zu zerlegenden Gasgemisches nach Austritt aus dem Trenner in der Absorptionskältemaschine nutzbar zu machen und so die Wärmeaustauschflächen erheblich vermindern zu können.

Der technische Vorteil der tiefen Vorkühlung besteht in der höheren Verflüssigerleistung gegenüber geringerer Vorkühlung und in der Verkürzung der Anfahrzeit. Besonders wichtig ist hierbei, daß die bei Luftverdichtung vorhandene Abwärme für den Betrieb von Verdichtungsabsorptionskältemaschine verwendet werden kann und nicht direkte Verdichtungsarbeit wie bei den Kompressionskältemaschinen benötigt wird.

17d, 5. 454035. Kondensator, insbesondere für Schiffsmaschinenanlagen. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin. (Von dem Patentsucher ist als der Erfinder angegeben worden: Dr. Paul Goldberg in Berlin-Treptow). Patentiert vom 29. September 1925 ab.

Durch Laboratoriumsversuche und durch Versuche in der Praxis zeigte es sich, dass von den denkbaren Schutzstoffen für Kondensatorrohre das Kunstharz Bakelit weitaus am besten den Anforderungen entspricht, obgleich es bisher nur als Isoliermaterial und als Korrosionsschutz für Metalle gegen Atmosphärilien bekannt war. Bakelit genügt im Schiffsbetrieb allen Anforderungen. Die Herstellung des neuen Schutzüberzuges erfolgt in der Weise, dass Bakelit im flüssigen Zustande A auf die zu schützenden Flächen aufgebracht und dann unter Druck so lange geheizt wird, bis er aus dem Zustande A, den zwar festen, aber noch löslichen Zustand B durchlaufend, in den auch psysikalisch nicht mehr veränderbaren festen Zustand C übergegangen ist.

Ein Ueberzug aus Bakelit in einem früheren Zustande, beispielsweise im Zustande B, würde auch voll wirksam, jedoch weniger dauerhaft sein.

17a, 4. 454073. Regelungsvorrichtung für eine Kompressionskältemaschine mit Schleuderverdichter. Dr. Albert Klein in Stuttgart. Patentiert vom 30. September 1921 ab. (Die Priorität der Anmeldung in den Vereinigten Staaten von Amerika vom 2. Februar 1921 ist in Anspruch genommen.)

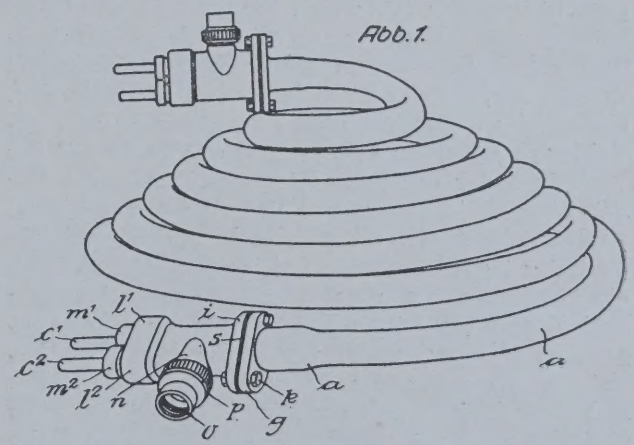
Patentanspruch:

Regelungsvorrichtung für eine Kompressionskältemaschine mit Schleuderverdichter, dadurch gekennzeichnet, daß die Menge des den Kondensator durchlaufenden Kühlwassers selbtstätig von der Temperatur der durch den Verdampfer gekühlten Flüssigkeit oder des den Kondensator verlassenden Kühlwassers beeinflußt wird.

17f, 2. 455074. Kühlvorrichtung. Wilhelm Eitz in Beuthen. Patentiert vom 25. Mai 1727 ab.

Patentanspruch:

Kühlvorrichtung mit mehreren Kernrohren in einem Außenrohr, an das ein Anschlußstück angeschlossen ist, durch das die Kenrohre achsial hindurchgehen und seitlich ein Stutzen zur Einführung des Kühlmittels angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Kernrohre im Anschlußstück auseinanderspreizen und einzeln aus dem Rohrboden des Anschlußstückes, in dem sie durch Stopfbuchsen (m^1, m^2) abgedichtet sind, herausgeführt sind, so daß sie einzeln mit dem zu kühlenden Mittel beschickt werden können.



17a, 8. 454484. Verfahren zur Regelung der Leistung von Kältemaschinen mit Schleuderverdichter. Dr. Albert Klein, Stuttgart. Patentiert vom 20. September 1921 ab. Die Priorität der Anmeldung in den Verein. Staaten von Amerika vom 5. April 1921 ist in Anspruch genommen.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung von Kälteerzeugungsanlagen mit Schleuderverdichtern, die verhältnismäßig große Gasmengen (wie Aethylchlorid, Tetrachlorkohlenstoff, schweflige Säure usw.) bei niedrigen Drücken und verhältnismäßig geringen Druckstufen verdichten. Die Regelung geschieht in der Weise, daß bei konstanter Drehzahl des Verdichters das flüssige Kältemittel im Verdampfer einem

durch eine besondere Pumpe bewirkten Umlauf über die Wärmeaustauschflächen unterworfen wird und daß dieser Umlauf hinsichtlich seiner Menge geregelt wird.

Die neue Regelung macht dabei von der Eigenschaft der Schleuderverdichter Gebrauch, daß deren Betrieb insofern nachgiebig und unstarr ist, als ihr Einlaß oder Auslaß ohne übermäßige Drucksteigerung und ohne jede Steigerung der Betriebskraft, ja sogar unter Ersparnis an Antriebskraft geschlossen werden kann, und insofern, als die Leistung der Maschine selbsttätig ab- oder zunimmt, je nach den Erfordernissen und der Belastung bis zu voller Leistung oder noch etwas darüber hinaus bei nur ganz geringen Druckänderungen, d. h. mit nur ganz geringer Aenderung des Temperaturgefälles zwischen Verdampfer und Kondensator.

Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender:
Geh.-Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. **H. Lorenz**
Technische Hochschule Danzig

Schriftführer:
A. Kaufmann, Oberingenieur
Berlin W 35, Blumeshof 14/I

Schatzmeister: **E. Brandt**, Direktor
Berlin NW 21, Rathenowerstr. 53
Postscheck-Konto Berlin Nr. 148122

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Ober-Reg.-Rat Prof. Dr. **Fr. Henning**, Berlin.
Arbeitsabtlg. II: Für Bau u. Lieferung von Maschinen, Apparaten. Obmann: Dipl.-Ing. **O. Hippenmeyer**, Obering., Wiesbaden
Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis. Obmann: Veterinärrat Direktor **Dr. Bützler**, Köln

Fünfter Internationaler Kältekongreß Rom.

Wir geben unsern Mitgliedern in Nachstehendem Kenntnis von dem Bericht des Herrn Professor R. Plank-Karlsruhe.

In der Zeit vom 9. bis 21. April fand in Rom der fünfte internationale Kältekongreß statt, bei dem sich Physiker, Ingenieure, Biologen und Kälte-Verbraucher aller Länder zusammengefunden hatten. Diese Kongresse werden in Abständen von vier Jahren vom »Institut International du Froid« in Paris veranstaltet, das schon vor 20 Jahren gegründet wurde, nach dem Kriege aber umbenannt und umgruppiert worden ist, woran Deutschland aber nicht beteiligt war. Nachdem die Situation für Deutschland auf diplomatischem Wege befriedigend geklärt worden war, hat das Deutsche Reich Ende März d. J. einen Zulassungsantrag nach Paris geschickt und zugleich den »Deutschen Kälteverein« in Berlin mit der Vertretung der deutschen Interessen beauftragt. Der Beitritt sollte in der ersten Kategorie (höchste Klasse) erfolgen, die das Recht gibt, sechs stimmberechtigte Vertreter zu entsenden. Obgleich Deutschland durch die Generalkonferenz des »Institut International du Froid« erst am dritten Kongreßtage einstimmig zugelassen werden konnte, wurde der deutschen Vertretung, die unter der Führung von Prof. Dr.-Ing. R. Plank-Karlsruhe stand, von Anfang an volle Gleichberechtigung zuerkannt. Der deutschen Delegation gehörten ferner an die Herren Prof. Dr. Fr. Henning-Berlin, Dr.-Ing. M. Krause-Berlin, Direktor R. Pabst-Köln, Ober-Ing. K. Pfeiffer-Berlin, Gewerberat Dipl.-Ing. E. Zäuner-Berlin.

Die Zusammenarbeit gestaltete sich in jeder Beziehung angenehm und fruchtbar. Als offizielle Kongreßsprachen galten französisch und italienisch, daneben waren zugelassen deutsch, englisch und spanisch. In vier Arbeitsabteilungen standen 180 Vorträge zur Diskussion, von denen manche sehr viel Interessantes boten. Deutschland hatte zu diesem Kongreß noch keine Vorträge angemeldet. Von den rein physikalischen Arbeiten auf dem Gebiete der tiefsten Temperaturen standen die Berichte des Kryogen-Laboratoriums in Leiden (Holland) weitaus an erster Stelle. Die wissenschaftliche Sektion machte den Vorschlag, daß dem in der Thermodynamik und besonders auch in der Kältetechnik vielfach gebrauchten Begriff des Wärmeinhalts i der von Kamerlingh Onnes eingeführte internationale Name »Enthalpie« gegeben wird, und daß ferner für die Entropie-Einheit die Bezeichnung »Clausius« gewählt wird. Es wurden ferner die vorbereitenden Schritte zur Aufstellung internationaler Regeln für Abnahmeversuche an Kältemaschinen gemacht, wobei sich diese Regeln auf den deutschen, amerikanischen und tschechoslowakischen Normen aufbauen sollen. Das italienische Organisations-Komitee hatte den Kongreß in Zusammenarbeit mit dem »Institut International du Froid« sehr sorgfältig vorbereitet, so daß dieser bei allen Teilnehmern in angenehmster Erinnerung bleiben dürfte.

Der nächste Kongreß findet 1932 in Buenos Aires statt.

Hauptversammlung Danzig 22.—24. Juni 1928.

Wir verweisen auf die im April-Heft veröffentlichte Einladung mit Programm und Tagesordnung und sehen im Hinblick auf die interessanten Verhandlungsgegenstände und auf die gesellschaftlichen Darbietungen dem weiteren Eingang der erfreulicherweise schon zahlreich vorliegenden Anmeldungen entgegen.

Die Teilnehmerkarten werden, wie üblich, an Ort und Stelle verausgabt, und zwar am Nachmittag des ersten Sitzungstages (Freitag, 22. Juni) in der Geschäftsstelle im Elektro-techn. Institut der Technischen Hochschule Danzig, zum Preise von 20 Danz. Gulden für Herren und Damen. (1 Danz. Gulden etwa 0,81 RM.) Geldwechselstellen sind an den Bahnhöfen Danzig und Zoppot.

Ein Merkblatt mit Angabe der verschiedenen Reisewege, der Paß- und Visumvorschriften usw. wird wird dem Juni-Heft beigegeben werden.

Der Vorstand
I. A.: Kaufmann, Schriftführer.

Berlin, Anfang Mai 1928.

Dem vorliegenden Heft liegen Prospekte der Firmen **„Sümak", Maschinenfabrik, Zuffenhausen-Stuttgart' J. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft, Ludwigshafen a. Rh.** und **Alois Donaubauer, München,** bei.

Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1893 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

Schriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W.
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

6. Heft **Berlin W. 9, im Juni 1928** **35. Jahrgang**

Inhalt:

Deutscher Kälte-Verein. S. 101. — **Abhandlungen, Vorträge, Berichte.** Wissenschaftliche Vorträge vom internationalen Kältekongreß in Rom. Von F. Henning. S. 101. — Neue Dampftafel für Kohlensäure bei niedrigen Temperaturen. S. 104. — Apparat zur genauen Bestimmung von Wasser in flüssigem Ammoniak. Von Prof. Dr. Redenbacher, Weihenstephan. S. 108. — Berechnung des günstigsten Zwischendruckes bei Verbundkompression für NH_3-Kältemaschinen. Von Hans Behringer. S. 111. — Zur Festlegung eines Idealprozesses für die Kaltdampf-Verbundkompressionsmaschinen Von Dipl.-Ing. K. Heinze, Wesermünde. S. 113. — Verzeichnis der Vorträge beim V. Internationalen Kältekongreß. (Schluß). — **Zeitschriftenbericht.** S. 116. — **Bücherbericht.** S. 117 **Kleine Mitteilungen.** S. 117. — **Patentbericht.** S. 118. **Deutscher Kälte-Verein.** S. 124. — Berliner Kälte-Verein. S. 124 —

Deutscher Kälte-Verein

An unsere verehrlichen Mitglieder!

Betr.: Hauptversammlung Danzig, 22.—24. Juni 1928.

Unter Bezugnahme auf die Veröffentlichungen im April- und Mai-Heft ersuchen wir hiermit nochmals um **schleunigste Zustellung der Anmeldungen,** damit die Vorbereitungen ordnungsmäßig durchgeführt werden können. Die **Teilnehmerkarten** (s. Mai-Heft, S. 100) berechtigen am Sonnabend, 23. und Sonntag, 24. Juni zum freien Eintritt in den Kurgarten Zoppot und in die Spielsäle.

Das **Programm für Sonntag, 24. Juni** erfährt insofern eine Aenderung, als der **Vortrag über Danzig** von Herrn **Reg.-Baumeister Vollmar** um 10 Uhr vormittags im **Weißen Saal des Rathauses Danzig,** Langgasse, stattfinden wird.

Diesem Heft ist das in Aussicht gestellte **Merkblatt** über die verschiedenen Reisewege nach und von Danzig mit Paßvorschriften beigegeben.

Der Vorstand
I. A.: Kaufmann, Schriftführer.

Berlin, Ende Mai 1928.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte

Wissenschaftliche Vorträge vom internationalen Kältekongreß in Rom.[1])

Von F. Henning.

Für den 5. internationalen Kältekongreß, der vom 9. bis 15. April 1928 in Rom tagte, waren 162 Vorträge angemeldet, die auf 4 Sektionen verteilt wurden. Von den 44 Vorträgen vorwiegend wissenschaftlichen Inhalts, die auf die erste Sektion entfielen, und von denen tatsächlich 39 gehalten oder in Abwesenheit des Autors verlesen wurden, standen nicht weniger als 29 in naher Beziehung zu dem Leidener Kältelaboratorium. Von deutschen Autoren waren keine Mitteilungen angemeldet, da Deutschland erst während des Kongresses als Mitglied des Institut international du froid aufgenommen wurde.

Ueber die Untersuchungen aus dem Leidener Institut, die zu einer großen Zahl sehr interessanter Ergebnisse geführt haben, soll im Folgenden kurz berichtet werden. Es handelt sich hier um die Messungen, die seit dem vierten internationalen Kältekongreß vom Jahre 1924 ausgeführt und zum Teil bereits veröffentlicht sind, zum andern Teil aber anläßlich des Kongresses zum ersten Mal bekannt gegeben wurden.

1. Das Zustandsdiagramm des Heliums. Aus der großen Fülle von Einzelheiten sei zunächst die wichtigste Folgerung herausgehoben, die der Leiter des Leidener Instituts, Professor Keesom, zusammen mit seinen Mitarbeitern aus den letzten experimentellen Ergebnissen gezogen hat: es gibt zwei verschiedene Phasen des flüssigen Heliums. Man hat sich in der bereits von F. Simon vermuteten Weise vorzustellen, daß bei der einen Phase, wie bei jeder gewöhnlichen Flüssigkeit, die Moleküle völlig unregelmäßig im Raum angeordnet sind, während bei der anderen Phase die Moleküle sich in bestimmten Raumpunkten befinden, ähnlich wie bei einem Kristall. Den letzten Anstoß zu dieser Auffassung haben Beobachtungen über die Dielektrizitätskonstante des flüssigen Heliums gegeben, die kürzlich von Professor Keesom und Professor Wolfke (aus Warschau) in dem Leidener Institut ausgeführt wurden. Die Autoren fanden, daß die Dielektrizitätskonstante des flüssigen

[1]) Vorgetragen im Berliner Kälteverein, Mai 1928.

Heliums mit abnehmender Temperatur zunächst ständig wächst, bis sie bei 2,3° abs. unstetig auf einen erheblich kleineren Wert absinkt. Diese Untersuchung führte dazu, dem Umstande besondere Beachtung zu schenken, daß die Beobachtungsdaten über andere Eigenschaften des Heliums bei nahe derselben Temperatur stets gewisse Unregelmäßigkeiten aufwiesen. Am längsten bekannt ist das Dichtemaximum des Heliums bei 2,29° abs., das bereits von Kamerlingh Onnes und Boks im Jahre 1924 gefunden wurde. Die Annahme einer zweiten Flüssigkeitsphase läßt nicht nur diese bisher zu wenig beachtete Tatsache, sondern auch die Beobachtungen über die Schmelzkurve des Heliums, über seine Oberflächenspannung und seine Verdampfungswärme, die man anfangs wegen ihres unerwarteten Verlaufs in Abhängigkeit von der Temperatur zum Teil für fehlerhaft angesehen hatte, in einem andern Licht erscheinen. In einem zusammenfassenden Vortrage ging Professor Keesom auf alle diese Einzelheiten ein und erhärtete in eindrucksvoller Weise die hohe Wahrscheinlichkeit der neuen Hypothese. Im Verlauf dieser Auseinandersetzungen führte er auch ein Lichtbild über das Druck-Temperatur-Diagramm des Heliums vor, das der Referent aus dem Gedächtnis (Abb. 1) hier wiedergibt. Die Linie A-B stellt die Schmelzkurve dar. Ihr liegen die schönen Versuche zu Grunde, die Keesom über die Erzeugung des festen Heliums ausgeführt hat. Er fand, daß die Flüssigkeit unter einem Druck von 140 kg/cm² bei etwa 4,2° abs. und unter einem Druck von 25 kg/cm² bei etwa 1,2° abs. erstarrt. Je tiefer die Temperatur T rückt, um so weniger hängt der Schmelzdruck p von der Temperatur ab. Es ist naheliegend, hiernach für den absoluten Nullpunkt den Differentialquotienten $dp/dT=0$ zu setzen und mit Hilfe der Clapeyron-Clausiusschen Gleichung somit zu dem Schluß zu kommen, daß entsprechend dem Nernstschen Theorem die Schmelzwärme des Heliums am absoluten Nullpunkt verschwindet und zwar mit einer oberhalb 1 gelegenen Potenz der absoluten Temperatur. Es mag hier aber bemerkt werden, daß diese Extrapolation keineswegs unbestritten ist und daß z. B. nach der von van Laar vertretenen Ansicht die Schmelzwärme mit weiter abnehmender Temperatur nach oben umbiegen und eine Tangente mit der Druckachse bilden soll. In diesem Falle würde das Nernstsche Theorem nicht erfüllt sein.

Die Linie C-D-E des Diagramms stellt die Verdampfungskurve oder die Kurve für den Sättigungsdruck des Heliums dar, die also nicht als glatter Linienzug verläuft, sondern an der Stelle D einen Knick hat. Leider ist der Verlauf der Kurve noch keineswegs genügend sichergestellt. Bisher hat man auf Grund der Leidener Versuche zwischen der kritischen Temperatur 5,2° abs und der Temperatur 1,5° abs. die Beziehung

$$\log p_{Atm} = -\frac{3{,}1}{T} + 2{,}5 \log T - 0{,}69$$

angenommen und für das unter 1,5° abs. liegende Temperaturgebiet die von Verschaffelt aufgestellte Gleichung

$$\log p_{Atm} = 3{,}7290 - \frac{7{,}9780}{T} - \frac{0{,}13628}{T^2} + \frac{4{,}3634}{T^3}.$$

Beide Formeln dürften nunmehr zu korrigieren sein. Insbesondere teilte Verschaffelt mit, daß in der ersten Gleichung der Faktor 2,5 des zweiten Gliedes unrichtig sein kann. Diese Zahl beruht auf der Annahme, daß die spezifische Wärme des flüssigen Heliums bei etwa 2° abs. bereits nahezu null ist; nach den neueren Versuchen von Dana und Kamerlingh Onnes scheint es aber, als wenn die spezifische Wärme c_p des flüssigen Heliums bei $T = 0°$ nicht als null angenommen werden darf. Da nur Messungen zwischen 2,6 und 4,1° abs. vorliegen, dürften neue Beobachtungen nötig sein, um diese Frage wirklich zu entscheiden.

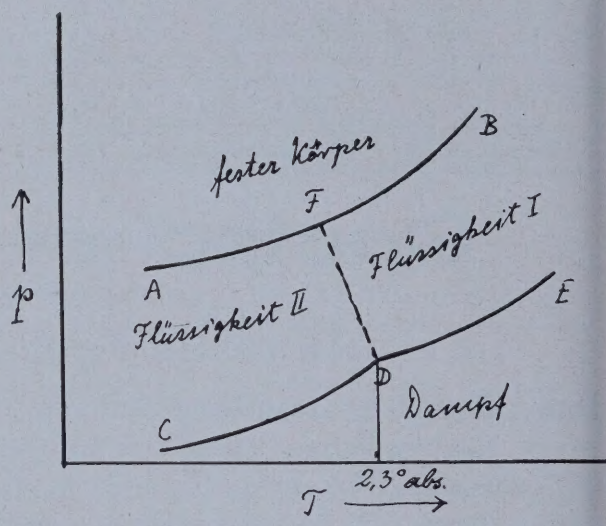


Abb. 1.

Aber auch die Beobachtungen über das Dichtemaximum des flüssigen Heliums müssen wiederholt werden. Nach den bisherigen Darstellungen besitzt die Dichtekurve einen völlig kontinuierlichen Verlauf; sie durchschreitet das Maximum etwa in derselben Weise wie beim Wasser, wo diese Erscheinung damit begründet ist, daß der Gehalt des Wassers an Einfach- und Doppelmolekülen stetig von der Temperatur abhängt. Bei der Umwandlung in eine andere Modifikation müßte die Dichteänderung unstetig erfolgen. Keesom ist der Ansicht, daß mit der bisher erreichten Meßgenauigkeit auch das Vorhandensein dieser Unstetigkeit verträglich wäre, zumal es scheint, daß am Umwandlungspunkt die Flüssigkeitsphase II nur um 0,7% weniger dicht ist als die Flüssigkeitsphase I.

Die Abszisse des Knickpunktes D kann mit erheblicher Sicherheit zu 2,3° abs. angegeben werden, während der Verlauf der Linie D-F, die die Umwandlungskurve der beiden Modifikationen der Flüssigkeit darstellt, noch durchaus hypothetisch ist. Aus dem Diagramm ist weiter ersichtlich, daß an keiner Stelle der Dampf mit dem festen Zustand aneinander grenzt, d. h. also, es findet keine Sublimation des Heliums statt, und es ist kein Tripelpunkt vorhanden, der bisher bei allen Flüssigkeiten beobachtet werden konnte.

2. Die spezifische Wärme fester Körper in der Nähe des absoluten Nullpunktes. Die spezifische Wärme der Metalle ist ein weitgehend erforschtes Gebiet, das sich bisher auch in recht befriedigender Weise theoretisch zur Darstellung bringen läßt. Insbesondere stimmt die Theorie von Einstein in der von Debye gegebenen Erweiterung gut mit zahlreichen Beobachtungen überein. Nach einer

wichtigen Folgerung dieser Theorie ist bei sehr tiefen Temperaturen die spezifische Wärme der festen Körper proportional mit der dritten Potenz der absoluten Temperatur. Im Gebiet der Wasserstofftemperaturen ist dies Ergebnis in der Tat mehrfach bestätigt worden und man hat es für so zuverlässig gehalten, daß man geglaubt hat, auf dieser Regel eine Methode zur Messung sehr tiefer Temperaturen aufbauen zu können. Nun ist überraschender Weise durch Keesom und Andrews festgestellt worden, daß die genannte Regel für die spezifische Wärme des Bleis nicht richtig ist und daß die spezifische Wärme dieses Metalles von etwa 8^0 abs. an mit abnehmender Temperatur erheblich langsamer abfällt, als es nach der Regel zu erwarten steht, ja, daß man nicht einmal mehr annehmen kann, daß die spezifische Wärme am absoluten Nullpunkt wirklich verschwindet, wenn man nicht die neue Hypothese einer Umwandlung der Kristallstruktur in diesem Temperaturgebiet einführen will.

Im Zusammenhang hiermit ist es aber wichtig, auf eine Untersuchung von F. Simon aus dem Jahre 1926 hinzuweisen, durch die festgestellt wurde, daß bei regulär kristallisierenden Substanzen die spezifische Wärme in der Tat nicht dem T^3-Gesetz folgt, da die Atome zwei verschiedene energetisch nahezu gleiche Zustände annehmen können und infolge einer kontinuierlichen Umwandlung des einen Zustandes in den andern zu der normalen spezifischen Wärme noch eine Umwandlungswärme hinzutritt, die eine stetige Funktion der Temperatur ist.

Die Leidener Versuche scheinen einen hohen Grad von Sicherheit zu besitzen und sind ein Muster hoher Experimentierkunst. Um die Schwierigkeiten derartiger Messungen einschätzen zu können, mag auf folgende Umstände näher hingewiesen werden. Da bei tiefen Temperaturen die spezifische Wärme aller festen Körper sehr gering ist, so kann durch eine kleine, dem Kalorimeter aus der Umgebung zugeführte Wärmemenge bereits eine sehr merkliche Temperaturerhöhung bewirkt werden. An die thermische Isolation des Kalorimeters werden also besonders hohe Anforderungen gestellt. Ferner mangelt es im Gebiet der tiefsten Temperaturen noch durchaus an der nötigen Zuverlässigkeit der Temperaturmessung, von der gerade bei kalorimetrischen Beobachtungen stets ein hoher Grad von Genauigkeit verlangt wird. Auch bedeutet es hier kaum eine Erleichterung, daß es nicht auf die Temperatur selbst, sondern auf Temperaturdifferenzen ankommt, da diese relativ zur Temperatur meist einen beträchtlichen Umfang besitzen. Bis zur besseren Festlegung der Temperaturskala verfährt man zweckmäßig so, daß man in allen Fällen, in denen die Temperatur eine Rolle spielt, den Sättigungsdruck des flüssigen Heliums ermittelt, der als eindeutige Funktion der Temperatur anzusehen ist und sobald diese Funktion genügend sicher ermittelt ist, die Umrechnung auf die Temperatur gestattet.

3. Beobachtungen über die Supraleitung der Metalle. Auch über die Supraleitung der Metalle sind in letzter Zeit im Leidener Laboratorium einige besonders wichtige Beobachtungen gemacht worden, und zwar von Professor J. W. de Haas und seinen Mitarbeitern. Es wurde zunächst am Zinn und Quecksilber die höchst beachtliche Tatsache festgestellt, daß der Uebergang zwischen der gewöhnlichen elektrischen Leitung und der Supraleitung bei der Abkühlung in anderer Weise erfolgt als bei der Erwärmung, sodaß eine Art Hysteresisschleife entsteht, wenn man den Widerstand als Funktion der Temperatur darstellt. Darüber hinaus aber wurde beobachtet, daß beim Abkühlen der Zustand der Supraleitung in stufenartigen Sprüngen erreicht wird, während beim Erwärmen der Zustand normaler Leitfähigkeit in einem zwar steilen, aber doch völlig kontinuierlichen Anstieg wiedergewonnen wird. Es kann als sicher gelten, daß die Kristallstruktur des Metalles für diese Erscheinung von ausschlaggebender Bedeutung ist, denn an Stelle der stufenweisen Veränderung des Widerstandes tritt bei einem Einkristall ein einziger Sprung. Im übrigen spielt bei einem kristallinen Gefüge die Achsenrichtung der einzelnen Kristalle in bezug auf die Stromrichtung eine Rolle sowie der Umstand, daß der elektrische Strom selbst oder das von ihm erzeugte Magnetfeld bei genügender Stärke den Zustand der Supraleitung zerstören. Nach einer Hypothese von Silsbee soll für das Verschwinden der Supraleitung allein die Stärke des Magnetfeldes maßgebend sein, gleichgiltig, ob es durch den Strom, der den Draht durchfließt, oder auf eine andere Weise erzeugt wird. Diese Hypothese hat de Haas mit seinen Mitarbeitern auf glänzende Weise dadurch geprüft, daß er in einem stromdurchflossenen Rohr aus Zinn einen Draht axial anordnete, der ebenfalls von einem elektrischen Strom durchflossen wurde und das Magnetfeld des Zinnrohres zu verstärken oder zu schwächen erlaubte. Wurde in dem bereits supraleitenden Zinn bei konstanter Temperatur der Strom so weit erhöht, daß der supraleitende Zustand verschwand, so konnte ohne Veränderung des Stromes die Supraleitung wieder erzeugt werden, wenn durch die angedeutete Anordnung mit dem axialen Draht das Magnetfeld genügend geschwächt wurde. Eine starke Ueberkompensierung des Magnetfeldes brachte die Supraleitung von neuem zum Verschwinden.

Weiter zeigte sich, daß auch bei supraleitenden Metallen die Aenderung des elektrischen Widerstandes mit der Temperatur einen durchaus normalen und von anderen Metallen her bekannten Verlauf aufweist, wenn man den Draht in ein genügend starkes Magnetfeld bringt. Das Magnetfeld, durch das diese Wirkung hervorgerufen wird, muß um so stärker sein, je tiefer die Temperatur unter dem normalerweise beobachteten Sprungpunkt liegt. Auch der elastische Zustand des Drahtes spielt eine Rolle. Wird der Draht gedehnt, so daß der Abstand der einzelnen Moleküle vergrößert wird, so tritt die Supraleitung unter sonst gleichen Bedingungen bereits bei einer höheren Temperatur ein, als wenn der Draht unter normalen Bedingungen untersucht wird. Das Gegenteil ist der Fall, wnnn man den Draht einem allseitigen Druck aussetzt.

Es ist nun naheliegend, zu untersuchen, ob bei Eintritt der Supraleitung noch andere physikalische Eigenschaften sprungweise Aenderungen erleiden. Es hat sich indessen hierfür bisher noch keinerlei Andeutung gefunden. Weder der Koeffizient der Torsionselastizität von Zinn noch die spezifische Wärme und die Wärmeleitfähigkeit von Quecksilber weisen an dem sogenannten Sprungpunkt der Supraleitung irgendwelche Unstetigkeiten auf.

4. Entropiediagramme. Keesom und seine Mitarbeiter haben sich einer für die Kälteindustrie wichtigen Aufgabe unterzogen, indem sie aus den vorliegenden Beobachtungsdaten die Entropie- und Mollierdiagramme für Methan, Aethylen und Stickstoff sowie die Entropiediagramme für Wasserstoff und Helium hergestellt und für den allgemeinen Gebrauch zugänglich gemacht haben. Alle Diagramme sind in der Größe von 100·60 cm durch Vermittlung des Direktors des Institut international du froid (9. Avenue Carnot, Paris XVII) gegen eine nicht näher genannte Geldsumme zu beziehen, die dem Leidener Kältelaboratorium zufließt. Auch das gesamte den Diagrammen zugrunde liegende Zahlenmaterial ist von derselben Stelle erhältlich. Ueber die Diagramme selbst, von denen diejenigen von Wasserstoff und Helium jetzt zum ersten Mal bekannt gegeben werden, sei noch kurz folgendes bemerkt: für Methan und besonders für Aethylen ist das Beobachtungsmaterial noch recht lückenhaft, so daß mehrfach das Gesetz der korrespondierenden Zustände zur Aushilfe herangezogen werden mußte. Dementsprechend ist die Genauigkeit der Diagramme einzuschätzen. Den neu gezeichneten Diagrammen von Wasserstoff und Helium liegen fast ausschließlich Beobachtungen aus dem Leidener Institut zu Grunde. Für Wasserstoff erstreckt sich der Bereich von 14 bis 300° abs. sowie von 0,5 bis 50 Atm. Das Heliumdiagramm reicht von 2 bis 300° abs. sowie von 0,6 bis 60 Atm. In die Diagramme sind die Linien gleicher Drucke, gleicher spezifischer Volumina und gleicher Wärmeinhalte (Enthalpie) eingetragen. An den normalen Siedepunkten sind Entropie und Enthalpie null gesetzt.

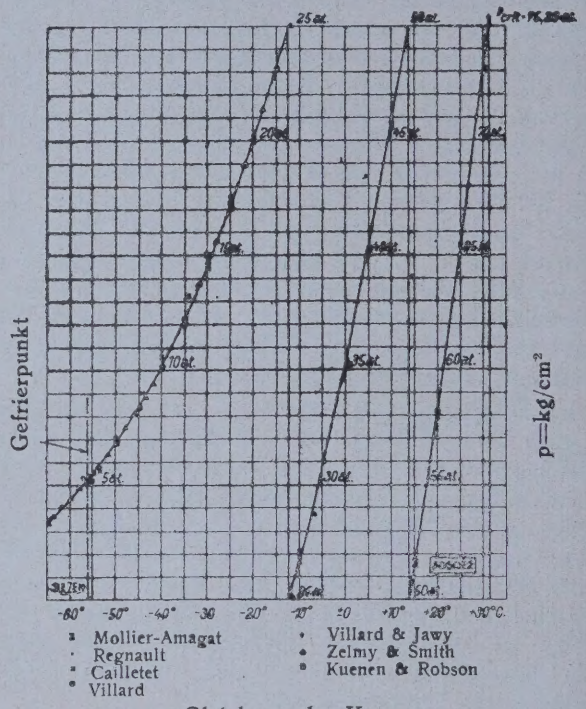
Eine interessante Anwendung der Diagramme hat Keesom dadurch gegeben, daß er mit ihrer Hilfe den Wirkungsgrad der in Leiden und Charlottenburg bestehenden Anlagen für die Verflüssigung von Wasserstoff und Helium angegeben hat. Der experimentell ermittelte Wirkungsgrad stimmt in allen Fällen in befriedigender Weise mit dem aus dem Diagramm abgeleiteten Wirkungsgrad überein.

Neue Dampftafel für Kohlensäure bei niedrigen Temperaturen

Die neuzeitliche chemische Industrie wendet mehr und mehr sehr niedrige Temperaturen bis —40° C und sogar darunter an, die allgemeine übliche Entropietabelle zur Berechnung der Gefrieranlage für Kohlensäure konnte nicht mehr genügen. Die von Mollier aufgestellten Tabellen reichten nur bis —30° C und stammten aus den Jahren 1895 und 1896 und es erscheint notwendig, den inzwischen ausgeführten und seitdem veröffentlichten Messungen Rechnung zu tragen. Diese Arbeit hat die Kälteabteilung der Firma Gebr. Sulzer, Winterthur, ausgeführt, die eine neue Entropietabelle berechnet und aufgezeichnet hat.

Um aus diesen neuen Versuchswerten Nutzen zu ziehen, hat man den größtmöglichsten Gebrauch von den thermodynamischen Beziehungen gemacht, die zwischen den verschiedenen charakteristischen Größen des Zustandes der Kohlensäuredämpfe bestehen.

Die früheren Spannungsmessungen des Dampfes von Regnault, Cailletet und Amagat, gehen bis —30° C und haben als Grundlage zur Ausarbeitung der Tabellen von Mollier gedient. Seitdem sind die Arbeiten zur Ermittelung des Sättigungsdruckes bis zum Gefrierpunkt der Kohlensäure (—56,4° C) von Zeleny und Smith sowie von Kuenen



Gleichung der Kurve p

$$p = c\left(\frac{T}{100} - a\right)^{\alpha}$$

c=9,83 a=1,37 α=3,74

Abb. 1. Kurve der Dampfspannungen für CO_2 (Sättigungsdruck)

und Robson fortgesetzt worden.[1]) (Landolt Börnstein, physikalisch-chemische Tabellen 1912). Die verschiedenen Ergebnisse dieser Beobachtungen, in kg/cm² ausgedrückt, sind in Abbildung 1 aufgetragen. Da die Berechnung der Verdampfungswärme sich mit Hilfe der Tangenten $\frac{dp}{dT}$ mit der Spannungslinie bewerkstelligen läßt, ist sie durch eine Gleichung ausgedrückt worden.

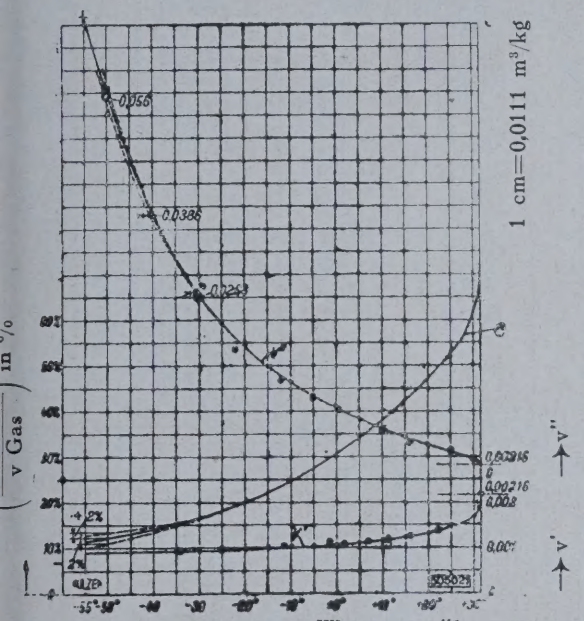
$$\text{Sättigungsdruck } p = 9{,}83\left(\frac{T}{100} - 1{,}37\right)^{3{,}74} \qquad (1)$$

worin T die absolute Temperatur in °C, und p den entsprechenden Sättigungsdruck in kg/cm² ausdrückt. Man erhält auf diese Weise die in Abb. 1 gezogene Kurve, die sich genau den Versuchsergebnissen (vergleiche Zahlentafel) anpaßt.

Für das Sättigungsvolumen des Dampfes v'' sind die in Abbildung 2 nach Mollier (+) aufgetragenen Werte gültig bis —30° C, außerdem sind hier die Ergebnisse von Cailletet und Mathias bis zur gleichen Temperatur aufgetragen (⊙). Da die Messungen für die Temperaturen unterhalb —30° C Fehler aufweisen, ist man wie folgt verfahren:

[1]) Vergl. auch Langen: »Das I-S-Diagramm für Kohlensäure auf Grund der Zustandsgleichung von Kamerlingh-Onnes neu bearbeitet und erweitert.« Diese Zeitschrift 1921, S. 2. (D. Schrftltg.)

Für das bekannte bis —30° C gehende Gebiet kann man das Sättigungsvolumen v'' mit dem Wert v, berechnet mit Hilfe des allgemeinen Gesetzes der Gase $p \cdot v = R \cdot T$ vergleichen; dann hat man in Abb. 2 die Abweichungskurve (ausgedrückt in %) zwischen v'' und dem Gesetz der Gase aufgestellt. Diese Kurve kann annähernd bis unter —30° C verlängert werden; man hat hier zunächst einen mittleren Zweig und darauf zwei extreme Zweige gezogen. Die entsprechenden Werte von v'' geben nicht mehr als eine leichte zwischen den beiden punktierten Zweigen und der Kurve v'' eingeschlossenen Streuung.



Kurve e = Abweichung zwischen dem Gesetz der Gase und der auf Erfahrung gegründeten Kurve

$$\left(\frac{\text{v Gas} - \text{v''}}{\text{v Gas}}\right) \text{ in } \%$$

Abb. 2. Sättigungsvolumen v' und v'' für CO_2.

Eine andere Vergleichsmöglichkeit war durch die allgemeine Zustandsgleichung nach Clausius gegeben. Diese letztere gestattete, nach dem Gesetz der übereinstimmenden Zustände verschiedener Körper, für die Temperaturen von —30°, —40°, —50° C die Isothermen über dem spez. Volumen der Kohlensäure aufzustellen. Diese Werte haben Hilfskurven ergeben, mittels derer man das jedem Werte des Sättigungsdruckes entsprechende Sättigungsvolumen ableiten konnte. Die so erhaltenen drei Punkte sind in Abb. 2 durch kleine konzentrische Kreise dargestellt und sind in dem zuvor abgegrenztem Gebiete gelegen.

Als letztes Kontrollmittel hat man noch das Gesetz der mittleren Graden angewendet. In der Tat geht aus den zahlreichen, mit den verschiedensten Körpern ausgeführten Versuchen hervor, daß, wenn man die Kurve der spezifischen Gewichte, der Flüssigkeit und des Dampfes γ' und γ'' in Abhängigkeit von der Temperatur zeichnet, ihre Mittellinie $\frac{\gamma' + \gamma''}{2}$ eine Gerade ist. Bei höheren Temperaturen in der Nähe des kritischen Punktes ist der Zug der Kurve γ' übereinstimmend mit der Kurve nach Mollier und einer Reihe von Versuchen nach Behn festgelegt, man kann also die Lage der Mittellinie festlegen und sie bis —50° C verlängern, was gestattet, die Kurve für γ' bis zu dieser Temperatur zu ziehen. γ'' kann man aus dem Gesetz der mittleren Geraden durch eine umgekehrte Rechnung ableiten. Die zugehörigen Werte $v'' = \frac{1}{\gamma''}$ liegen in dem (▷◁) bezeichneten Gebiet (Abb. 2) entsprechend, so daß bei niedrigen Temperaturen der Irrtum in der Bestimmung von v'' nicht größer als 1 % ist.

Außer den früheren Messungen der Verdampfungswärme von Mathias, die Mollier benutzt hat und die vom kritischen Punkt bis 0° reichen, gibt es noch drei weitere Ergebnisse späterer Versuche desselben Gelehrten, bei den Temperaturen 0°, —25° C und dem Gefrierpunkt der Kohlensäure bei —56° C. Hiernach scheint es, daß die Kurve der Verdampfungswärme nach Mollier für die Temperaturen unterhalb 0° zu niedrig gezogen ist. Für ihre Bestimmung hat man sich des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik bedient, indem man die Gleichung von Clausius-Clapeyron anwendete:

$$r = A \cdot T \cdot (v'' - v') \cdot \frac{dp}{dT} \qquad (2).$$

Mit Hilfe dieser Gleichung kann man die Verdampfungswärme r berechnen, da ja die Differenz der Volumen v''—v' bekannt ist, und die Tangente an die Kurve der Dampfdrücke sich aus der Gleichung 1 ergibt. Es folgt also

$$\frac{dp}{dT} = \frac{3{,}74 \cdot p}{100 \left(\frac{T}{100} - 1{,}37\right)}.$$

A ist das mechanische Wärmeäquivalent = 1/427 kcal/mkg. Mit Hilfe dieser Daten bestimmt man die Werte der Verdampfungswärme, die in Abbildung 3 durch Punkte (+) gekennzeichnet sind. Für niedrige Temperaturen sind diese Werte höher als die von Mollier gegebenen Daten, der Unterschied beträgt etwa 3 Cal. oder 4 % bei —30° C. Die Kurve verläuft fort in der Mitte zwischen den Werten von Mollier und den drei Punkten von Mathias.

Für die Bestimmung der spezifischen Wärme c_{liqu} der flüssigen Kohlensäure verfügt man nur über die Versuchsergebnisse von Dieterici (H. Lorenz, Thermodynamik), die sich auf Temperaturen über 0° beziehen. Die Ergebnisse bestätigen übrigens völlig die seinerzeit von Mollier angenommene Kurve. Deshalb hat man diese Kurve zwischen 0° und —30° C für gültig angesehen und hat sie für Temperaturen unter —30° C verlängert. Hiernach steigt c_{liqu} schnell von 0° an, um beim kritischen Punkt ins unendliche zu verlaufen. Unterhalb 0° verringert sich die Abnahme von c_{liqu} immer mehr mit der Temperatur, so daß eine Extrapolation zulässig erscheint. Die so bestimmten charakteristischen Größen gestatten, das ganze

Tafel der gesättigten Kohlensäuredämpfe CO_2.

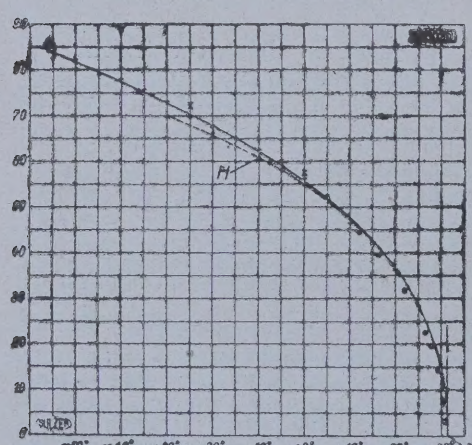
Temperatur t °C	Druck (absolut) kg/cm² p =	Volumen der Flüssigkeit v' m³/kg	Volumen des Dampfes v'' m³/kg	Spez. Gewicht γ'' kg/m³	Wärmeinhalt der Flüssigkeit i' kcal/kg	Wärmeinhalt des Dampfes i'' kcal/kg	Verdampfungswärme r kcal/kg	Entropie der Flüssigkeit s' kcal/kg °C	Entropie des Dampfes s'' kcal/kg °C
—55	5,59	0,00087	0,0685	14,6	—24,5	59,4	83,9	—0,099	0,286
—50	6,90	0,000884	0,0561	17,8	—22,5	59,3	81,8	—0,09	0,277
—45	8,44	0,00090	0,04638	21,6	—20,5	59,2	79,7	—0,0815	0,2685
—40	10,20	0,000913	0,03856	26,0	—18,3	59,1	77,4	—0,0725	0,2595
—35	12,30	0,000928	0,03220	31,5	— 16,2	58,9	75,1	—0,0635	0,2535
—30	14,62	0,000945	0,02690	37,2	—14,2	58,7	72,9	—0,0550	0,245
—25	17,21	0,000965	0,02281	44,0	—12,0	58,5	70,5	—0,0460	0,237
—20	20,015	0,000985	0,01942	51,5	— 9,8	58,0	67,8	—0,0375	0,2295
—15	23,23	0,00101	0,01662	60,2	— 7,5	57,7	65,2	—0,0285	0,2245
—10	26,99	0,001032	0,01420	70,3	— 5,1	57,3	62,4	—0,0192	0,2178
— 5	31,04	0,001055	0,01202	82,1	— 2,6	56,6	59,2	—0,010	0,211
+ 0	35,53	0,00109	0,01024	96,0	± 0	55,8	55,8	±0	0,204
+ 5	40,48	0,00112	0,00887	112,7	+ 2,8	55,0	52,2	+0,010	0,1977
+10	45,91	0,001117	0,00749	133,5	+ 5,8	53,3	47,5	+0,021	0,189
+15	51,86	0,001230	0,00630	159,0	+ 9,2	51,7	42,5	+0,033	0,180
+20	58,36	0,00131	0,00524	191,0	+13,1	49,6	36,5	+0,0468	0,1718
+25	65,43	0,00142	0,00419	238,0	+17,8	46,2	28,4	+0,0635	0,1590
+30	73,11	0,00166	0,00296	338,0	+25,4	40,1	14,7	+0,087	0,1356
+31	—	0,00182	0,00257	389,0	+28,2	36,7	8,5	+0,0981	0,1259
+31,35	75,29	0,00216	0,00216	464,0	+32,0	32,0	0	+0,1120	0,1120

Sättigungsgebiet des Entropiediagramms aufzuzeichnen. (Siehe Zahlentafel).

Die einzigen bekannten Versuchswerte, die sich auf überhitztes Gas beziehen, sind die Messungen des spezifischen Volumens als Funktion des Druckes und der Temperatur von Amagat. Sie umfassen das Gebiet zwischen 0° und 150° C für Drucke bis zu 150 at erstreckt.

Um die Drucklinien des Ueberhitzungsbereiches zu berechnen, bediente man sich der Gleichung

$$\left(\frac{\delta s}{\delta p}\right)_T = -A \cdot \left(\frac{\delta v}{\delta T}\right)_p \qquad (3).$$



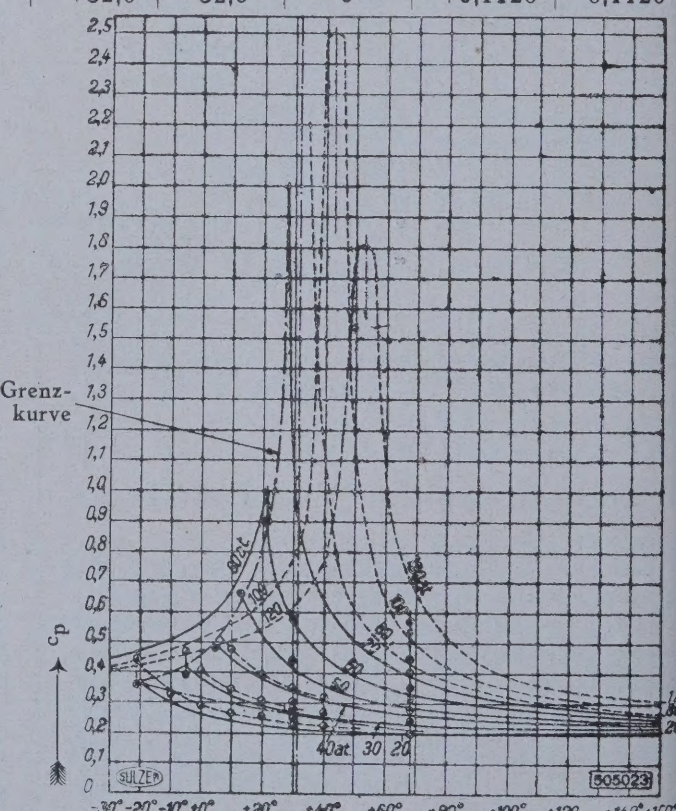
× Versuchswerte von r nach Mathias + Werte von r berechnet nach Clapeyron

$$r = AT\,(v''-v')\frac{dp}{dT}$$

Kurve H = Werte von R nach Dr. Hutte.

Abb. 3. Verdampfungsräume r.

Das zweite Glied stellt die Tangenten an die Isobaren im v-T-Diagramm dar. Um diese Tangenten mit größerer Genauigkeit zu erhalten, schrieb man



• $c_p = \dfrac{A \cdot p \cdot \left(\frac{\delta v}{\delta T}\right)_p}{n}$ • $c_p = \dfrac{A \cdot R \cdot \left[1 - \left(\frac{\delta T \triangle \%}{\delta T}\right.\right.}{n}$

$\left(\frac{\delta v}{\delta T}\right)_p$ berechnet mit Hilfe der allgemeinen Gleichung von Clausius

$\left(\frac{\delta T \triangle \%}{\delta T}\right)_p$ graphische Ableitu mit Hilfe der Kurv von Amagat

$$n = \frac{\varkappa - 1}{\varkappa}, \text{ wenn } \varkappa = 1{,}29$$

$c_p = T \cdot \left(\frac{\triangle s}{\triangle T}\right)_p$ graphische Bestimmung mit Hilfe des Entropiediagramms

Abb. 4. Spezifische Wärme c_p für CO_2

$$v = \frac{T \cdot R}{p} \cdot (1 - \Delta\,\%)$$

wobei $\Delta\,\%$ die Abweichung zwischen dem Gesetz der Gase und der Ergebnisse Amagats als Funktion des Druckes und der Temperatur darstellt. Man erhält dann

$$\left(\frac{\delta v}{\delta T}\right)_p = \frac{R}{p} - \frac{R}{p}\left(\frac{\delta\, T\, \Delta\,\%}{\delta\, T}\right)_p$$

Nach Gleichung 3 wird die Vergrößerung der Entropie bei konstanter Temperatur sein

$$s - s_0 = A\,R \ln p - \frac{A\,R}{p}\int\left(\frac{\delta\, T\, \Delta\,\%}{\delta\, T}\right)_p dp \qquad (3')$$

Die graphische Integration hat die entropischen Zwischenräume Δs gemessen auf einer Linie $T =$ konstant zwischen den beiden Linien des konstanten Druckes ergeben. Bei Temperaturen unterhalb des kritischen Punktes hat die Grenzlinie als Ausgangspunkt für den Entwurf der Entropietafel gedient. Bei höheren Temperaturen gestattet diese Methode nur, die Verteilung der Druckkurven zu bewirken, während ein Ausgangspunkt für ihre Aufzeichnung vollständig fehlt. Deshalb hat man die Werke für die spezifische Wärme c_p der bis $+ 30^\circ$ C bekannten Isobaren nach bekannten Verfahren ermittelt. Die so gefundenen Werte wurden auf eine besondere Tafel übertragen.

Für niedrige Drucke (20 at) und steigenden Ueberhitzungstemperaturen nimmt die Kurve für c_p die Form einer leicht ansteigenden Kurve, deren Richtung durch die Versuchswerte von c_p bei sehr hohen

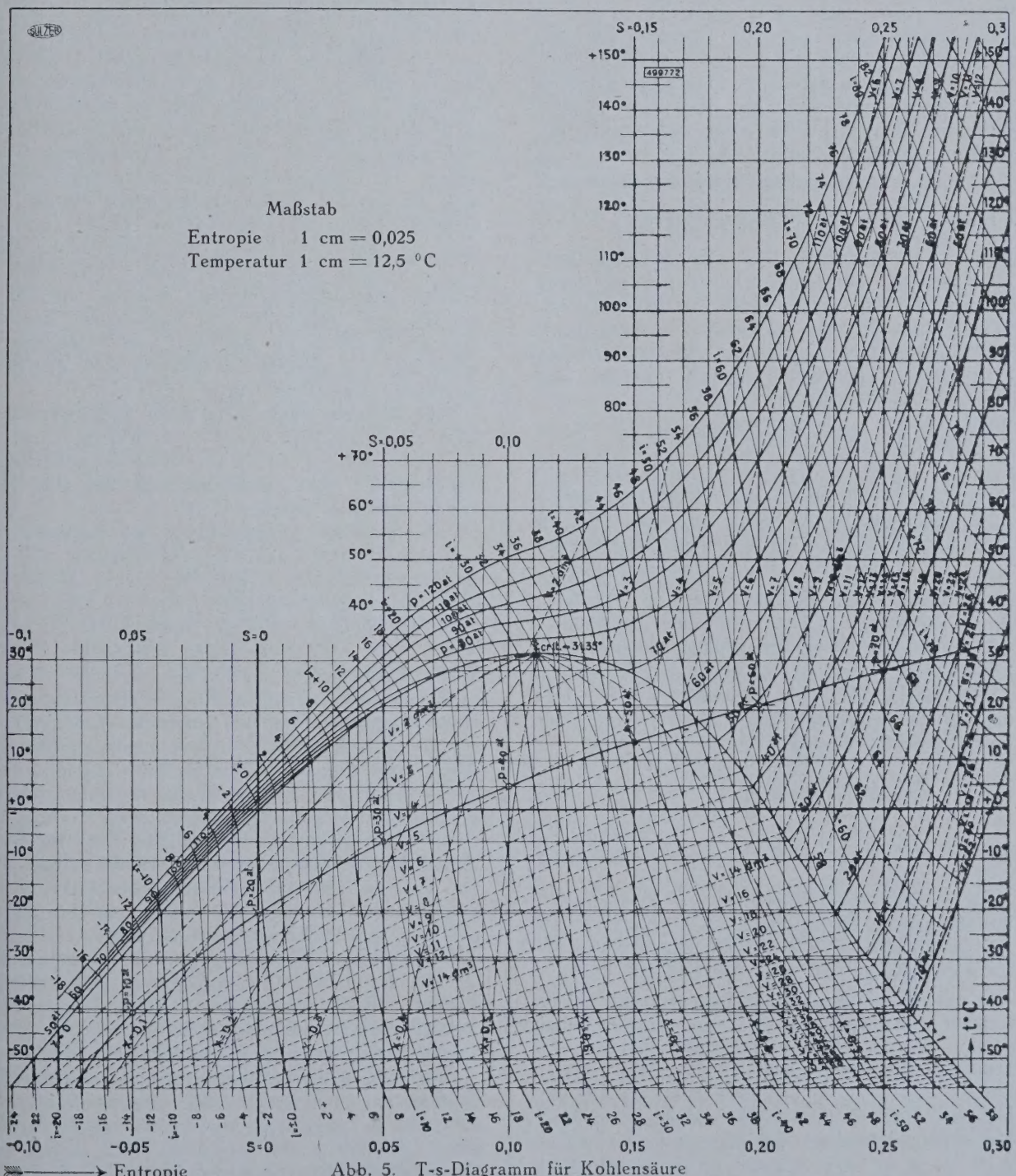


Abb. 5. T-s-Diagramm für Kohlensäure

Temperaturen gegeben ist. Auf diese Weise kann die Linie cp also verlängert werden. Eine andere, durch für Wasserdampf bestätigte Hypothese gibt uns noch ein Kontrollmittel für das Ziehen dieser Kurve cp. Diese Hypothese nimmt an, daß der Koeffizient n der Adiabate $T = c \cdot p^n$ konstant bleibt. Man kann also die spezifische Wärme bestimmen, wenn

$$n = \frac{\varkappa - 1}{\varkappa} = \frac{1{,}29 - 1}{1{,}29} = 0{,}225$$

mit Hilfe der Beziehung

$$c_p = \frac{A p}{n} \left(\frac{\delta v}{\delta T}\right)_p \qquad (4)$$

$\left(\frac{\delta v}{dT}\right)$ ist schon genau nach den Kurven Amagats bestimmt worden, man hat es außerdem mit Hilfe der allgemeinen Gleichung von Clausius und der besonderen Konstanten der Kohlensäure berechnet. Die so erhaltenen zwei Punkte entsprechen ziemlich genau einander und den aus der Entropietafel abgeleiteten Werten cp, die nach vollständig verschiedenen Verfahren erhalten wurden.

Die Linie p = konst. der Entropietafel kann jetzt nach dem Integral $\int \frac{c_p}{T} \cdot dT$ verlängert werden. Man erhält so oberhalb der kritischen Temperatur Ausgangspunkte, die gestatten, Δs zu übertragen längs einer Linie T = Konstant nach der Gleichung 3'. Diese Methode für das Aufzeichnen der Isobaren wurde hauptsächlich angewendet für das Gebiet unmittelbar oberhalb des kritischen Punktes und den Bereich der Flüssigkeit.

Die Linien p = konst. sind bekannt, die Linien v = konst. im Ueberhitzungsgebiet können ohne Schwierigkeit gezogen werden mittels der Tafeln von Amagat, denen zufolge die spezifische Wärme mit konstantem Volumen einer Kurve folgt, deren Charakter deutlich dem der für Wasserdampf gültigen Kurven entspricht.

Für das Ziehen der Linien mit gleichem Wärmeinhalt wird es endlich genügen, die Integration der Kurve cp $(\Delta i)_p = \int c_p \cdot dT$ auszuführen für alle Fälle, wo ein Ausgangspunkt für die Sättigungsgrenze festgelegt ist, mit anderen Worten bis zum kritischen Druck. Die Verteilung von i für die höheren Werte beim kritischen Druck ist längs einer Isotherme bewirkt worden nach der Gleichung

$$\left(\frac{\delta i}{\delta p}\right)_T = -A T \left(\frac{\delta v}{\delta T}\right)_p + A v \qquad (5)$$

in der die Werte $\left(\frac{\delta v}{\delta T}\right)_p$ durch die schon vorher benutzten Tangenten gegeben sind. Sobald man den vollständigen Zug einer Linie i = konst. weiß, ist es leicht, die anderen zu finden, indem man die Fläche des Entropiediagramms planimetriert.

Die neue Entropietafel unterscheidet sich wesentlich von den alten Tafeln nach Mollier dadurch, daß die Verdampfungstemperaturen bei niedrigen Temperaturen ein wenig höher liegen. Besonders diese Werte sind mit einer genügenden Genauigkeit durch die neuen Messungen von r, von v' und der Dampfspannung angegeben.

R. W. M.

Apparat zur genauen Bestimmung von Wasser in flüssigem Ammoniak.

Von Professor Dr. Redenbacher, Weihenstephan.

Meinungsverschiedenheiten bei der Feststellung des Wassergehaltes von flüssigem Ammoniak, die in letzter Zeit mehrfach zwischen Brauereien und chemischen Fabriken als Lieferanten des flüssigen Ammoniaks aufgetreten sind, gaben mir Veranlassung, eine Vorrichtung zu entwerfen, die in einwandfreier Weise eine richtige Feststellung des Wassergehaltes von aus Flaschen entnommenen Flüssigkeitsproben ermöglicht. Zur näheren Beleuchtung vorerwähnter Meinungsverschiedenheiten sei folgendes erwähnt.

Aus einer Lieferung flüssigen Ammoniaks hat eine Brauerei einen Wassergehalt von 2% ermittelt. Auf ihre Beschwerde bei der liefernden Firma erhielt sie den Bescheid, daß ihre Feststellungen unrichtig seien und die gelieferte Ammoniakflüssigkeit nur 0,3% Wasser enthalten könne. Zum Nachweis dieser Behauptung war ein Beamter der chemischen Fabrik in die Brauerei zur Untersuchung und Beweisführung abgeordnet worden. Bei der Probenahme wurde seitens des Beamten besonders hervorgehoben, daß man die aus den Flaschen abgezogene Menge mindestens 24 Stunden stehen lassen müsse, um festzustellen, wieviel Raumteile der genommenen Probe an der Verdunstung nicht teilnehmen und somit als Wasser angesprochen werden müssen, während in der Brauerei bisher für die Feststellung der Verdunstung lediglich ein Zeitraum von 3 Stunden gewählt und der sodann verbleibende Rest der Probe als Wasser angesehen wurde.

Die genauere Betrachtung dieser Prüfungsmethode führt zu dem Schluß, daß es notwendig wäre, für die Untersuchung bestimmte Normen aufzustellen, die derartige Meinungsverschiedenheiten von vornherein unmöglich machen.

Die bisherige Untersuchung des flüssigen Ammoniaks erfolgt bekanntlich in der Weise, daß entweder ein Erlenmeyer-Kolben von etwa 150 cm^3 Inhalt oder ein Probierglas gleichen Inhalts benutzt wird, das einen Durchmesser von etwa 25 bis 45 mm besitzt und an dessen Boden ein kurzes, ungefähr 5 bis 15 mm weites, mit Teilung versehenes Glasrohr angeschmolzen ist, in dem die zurückbleibenden Verunreinigungen volumetrisch gemessen werden können. Die zu untersuchende gefüllte Ammoniakbombe wird schräg mit dem Ventil nach unten gelegt, wobei vorher an dieses ein im Innern sauber gereinigtes kurzes eisernes Rohr angeschraubt wird. Man hält unter dieses Rohr den Kolben oder das Probierglas und entnimmt durch vorsichtiges Oeffnen etwa 100 bis 150 cm^3 flüssiges Ammoniak. Während des Ausströmens wird nun das Ausflußrohr der Flasche mit Reif beschlagen, der nicht selten in die Ammoniakflüssigkeit hineinfällt, oft werden auch andere Verunreinigungen, die sich auf der Innenseite des Rohres befinden, mitgerissen. Durch diesen Zufall wird die Untersuchung schon von vornherein im gewissen Sinne gefälscht, zum mindesten unsicher.

Nachdem das Probierglas gefüllt ist, wird es behufs Verdunstung des Ammoniaks längere Zeit stehen gelassen. Dabei kann die obere Oeffnung der Probierröhre mit einem durchlochten, dicht schließenden Gummistopfen geschlossen werden, sodaß die Dämpfe

durch ein kurzes gebogenes Glasrohr frei in die Luft entweichen können. Manchmal wird von einem Verschließen des Probierglases ganz abgesehen, was unrichtig ist. Da die Verdampfung (Verdunstung) des flüssigen Ammoniaks auf alle Fälle ruhig und gleichmäßig verlaufen soll, empfiehlt es sich, das Probierglas mit seinem unteren Teil in ein mit Sole von Zimmertemperatur gefülltes Gefäß zu stellen, wodurch wenigstens im unteren Teil Reif- oder Eisbildung vermieden wird. Die Rückstände im flüssigen Ammoniak, die nicht nur aus Wasser, sondern auch aus alkoholartigen Substanzen, Oel, nach Umständen auch aus Piridinbasen bestehen, sollten im ganzen keineswegs mehr als 1 % betragen, sofern das gelieferte Ammoniak nicht aus Gaswasser gewonnen wurde. Der Rückstandsteil für Wasser hält sich erfahrungsgemäß meistens in den Grenzen von 0,3 bis 0,5 %. Hinsichtlich der Dauer der Verdunstungszeit ist nun folgendes zu bedenken:

Da erfahrungsgemäß flüssiges, vollkommen wasserfreies Ammoniak allgemein die Eigenschaft hat, sehr träge und langsam zu verdunsten, muß auch bei dem im allgemeinen sehr geringen Wassergehalt, wie er oben bezeichnet wurde, die Probe reichlich lang, also mindestens 12 Stunden stehen bleiben, um eine hinreichende Verdunstung zu erzielen. Andererseits zeigt ein durch Wasser verunreinigtes Ammoniak häufig eine mehr oder weniger lebhafte sogenannte Siede-Erscheinung, während ganz reines, wasserfreies Ammoniak ohne diese Siede-Erscheinung ruhig verdampft. Die Schnelligkeit und Lebhaftigkeit der Verdampfung kann aber nicht als Maßstab für die Reinheit des Ammoniaks angesehen werden, weil auch Temperatur, Luftdruck und Wandstärke des Gefäßes, d. h. die Wärme-Einstrahlung, die Verdampfungsgeschwindigkeit beeinflussen.

Hieraus geht hervor, daß für die Verdunstungsdauer von flüssigem Ammoniak eine feste Stundenzahl nur angegeben werden könnte, wenn die physikalischen Eigenschaften und die konstruktiven Verhältnisse des Proberohres immer die gleichen wären. Da dies aber nicht der Fall ist, ergibt sich zwangsläufig, daß die bisherige Art der Untersuchung von flüssigem Ammoniak zu Ungenauigkeiten, Mißverständnissen und Meinungsverschiedenheiten führen muß.

Eine einwandfreie Feststellung des Wassergehaltes wird mit der vorgenannten Einrichtung also unter allen Umständen schwierig bleiben, abgesehen davon, daß die Verunreinigung Wasser in der Ammoniak-Probeflüssigkeit als gleichmäßig verteilt anzusehen ist und je nach dem Sättigungszustand (Feuchtigkeitsgehalt der Luft) gleichzeitig mit dem Ammoniak verdunstet. Jedoch sind diese Wassermengen so gering, daß sie vernachlässigt werden können.

Der bisher bei der Untersuchung von flüssigem Ammoniak allgemein begangene Fehler besteht darin, daß der nach dem Aufhören der sichtbaren Verdampfung der Ammoniakprobe verbleibende flüssige Rückstand als Wasser angesehen wurde. Daraus lassen sich auch die bisherigen Meinungsverschiedenheiten erklären. Bei der praktischen Untersuchung zeigt sich aber, daß bei Behinderung der Wärmezufuhr nicht nur durch den Ansatz einer äußeren Eiskruste im Probegefäß, sondern auch in vollkommener Ruhe eine starke Entwicklung von Gasblasen vorzeitig aufhört, insbesondere dann, wenn Ammoniak nicht mehr in flüssiger Form vorhanden ist, sondern in gesättigter Lösung an Wasser gebunden erscheint.

Dies ist in gewisser Hinsicht mit einem metastabilen Zustand zu vergleichen.

Diese wässerige Ammoniaklösung (Salmiakgeist von höchster Konzentration) kann sehr wohl bei —25° und darunter vollkommen flüssig sein und deshalb leicht mit flüssigem Ammoniak, noch leichter (wie es bisher nicht selten geschehen ist) mit Wasser verwechselt werden.

Beschleunigt man die Wärmezufuhr, so wird dieser Salmiakgeist, ganz ähnlich wie flüssiges Ammoniak, wieder heftig aufwallen und Ammoniak in großen Mengen abgeben. Er geht dabei in gesättigten Salmiakgeist von der entsprechend höheren Temperatur über.

Ist die Wärmezufuhr weniger lebhaft, so bleibt die Flüssigkeit ruhig und scheidet Ammoniak lediglich durch Verdunstung aus. Der Uebergang zu reinem Wasser vollzieht sich schließlich immer langsamer. Jedenfalls darf dieser Uebergang nicht beschleunigt werden, weil erfahrungsgemäß bei lebhafter Gasentwicklung Salmiakgeist in Tropfen und damit auch Wasser ausgeschleudert wird. Man umgibt deshalb die Flüssigkeit zweckmäßig mit einer hochkonzentrierten Salzlösung. Da der gesättigte Salmiakgeist auch bei sehr niederen Temperaturen noch flüssig ist und entsprechend seiner Temperatur ein großes spez. Volumen einnimmt, so ist zur Erkennung seines Zustandes die Verwendung eines Thermometers unerläßlich. Aus der Temperatur der Salmiakgeistlösung läßt sich nach den Untersuchungen von Hilde Mollier (1909) ein Schluß ziehen auf das spezifische Gewicht und damit auf den Wassergehalt. Auf diese Weise kann die Zeitdauer der Bestimmung des Wassergehaltes auf die Zeitdauer der Verdampfung der Ammoniakflüssigkeit abgekürzt werden, und ein Fehler durch mitgerissenes oder nachverdunstendes Wasser ist nicht zu befürchten.

Zusammengefaßt ergibt sich also:

1. Der bei der Verdampfungsprobe von flüssigem Ammoniak verbleibende Rückstand ist nicht Wasser, sondern Salmiakgeist, der bei der jeweiligen Temperatur höchste Sättigung besitzt.
2. Die Verdampfung von Ammoniakgas aus der der Probe muß so langsam erfolgen, daß ein Herausschleudern von Salmiakgeist aus der Salmiakflüssigkeit vermieden wird. Deshalb ist die Probe in geeigneter Weise durch Einstellung in Salzlösung vor zu starker Wärmezufuhr zu schützen.
3. Eine bestimmte Zeitdauer für die Beobachtung der Flüssigkeitsprobe kann nicht angegeben werden. Nach Aufhören der Verdampfung ist flüssiges Ammoniak nicht mehr vorhanden Der zurückbleibende Rest ist auf seine Temperatur zu untersuchen. Aus der Anzeige des Thermometers kann auf das spezifische Gewicht geschlossen und damit der Wassergehalt der Ammoniakprobe berechnet werden.

Aus dieser Betrachtung ergibt sich der Aufbau des neuen Apparates.

Die Proberöhre 1, deren bisherige Form zwar beibehalten, deren Größe wegen der notwendigen Genauigkeit der Bestimmung aber so bemessen wird,

daß sie künftig 200 cm^3 bis zur Marke 100 % Fassungsraum besitzt, ist in ein zylindrisches Gefäß 2 eingesetzt, das etwa bis zur Marke 100 % des Probegefäßes mit konzentrierter Salzsole von Zimmertemperatur gefüllt ist, um eine zu lebhafte Ammoniakverdampfung hintanzuhalten.

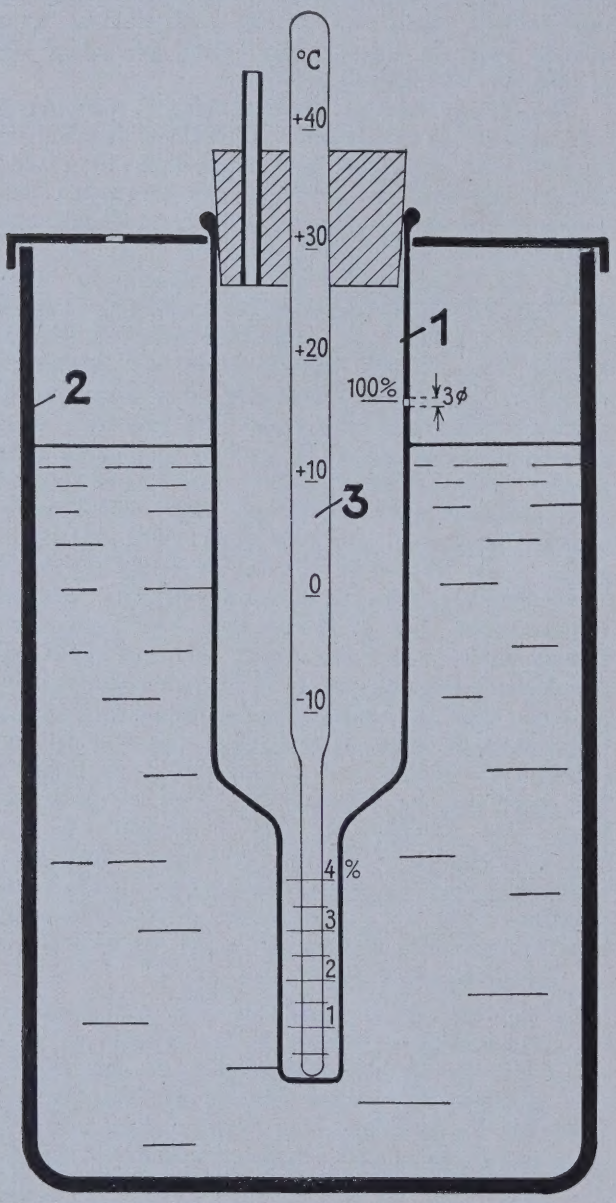


Abb. 1.

Zur Erreichung einer gewissen Standfestigkeit ist die Proberöhre in geeigneter Weise im Solegefäß gestützt und kann zwecks genauer Ablesung des Flüssigkeitsstandes im unteren Schenkel aus dem Solebehälter herausgehoben werden. Der untere Teil der Proberöhre ist ein engeres Rohr mit einer Teilung von 0 bis 4 %.

Die Proberöhre wird sofort nach der Füllung mit Ammoniakflüssigkeit mit einem Stopfen verschlossen, der zwei Bohrungen enthält. Die eine Bohrung dient den entweichenden Ammoniakdämpfen als Austrittsöffnung und kann zum Schutz gegen eintretenden Wasserdampf und sonstige Verunreinigungen mit einem Röhrchen versehen sein. Durch die andere Bohrung wird ein Quecksilber- oder Weingeistthermometer 3 in die Proberöhre eingeführt, das mit seinem länglich ausgezogenen unteren Schaft bis nahe an den Boden der Proberöhre reicht. Die Raumverdrängung im unteren Teil des Proberohres durch den Schaft des Thermometers ist bei der Einteilung in Raumhundertteilen dem verbleibenden Ringraum entsprechend zu berücksichtigen.

Die Ammoniakflüssigkeit in der Proberöhre verdunstet. Die zur Verdunstung verbrauchte Wärme wird dem Thermometer entzogen und dieses dadurch abgekühlt. Die Anzeige des Thermometers ist um so niedriger (tiefer), je lebhafter die Verdunstung vor sich geht, d. h. je größer der Sättigungsunterschied der Luft gegen Ammoniak, je höher die Raumtemperatur und je niedriger der Barometerstand ist.

Wenn der graduierte, rohrförmige untere Fortsatz des Ammoniakproberohres noch mit Ammoniakflüssigkeit gefüllt ist, wird das Thermometer die niederste Temperaturanzeige aufweisen. Die Ammoniak-Verdampfung erfolgt bei Luftdruck mit einer Temperatur von —33,5° C. Beim Gebrauch des Instrumentes kann die Verdampfung als beendet gelten, sobald das Thermometer zu steigen beginnt. In diesem Zeitpunkt befindet sich in der Proberöhre kein flüssiges Ammoniak mehr, der Rückstand besteht vielmehr aus höchst konzentrierter wässeriger Lösung von Ammoniak (Salmiakgeist) und den sonstigen Verunreinigungen.

Die volumetrische Bestimmung des Rückstandsvolumens durch Ablesung im unteren Rohransatz der Proberöhre kann also zweckmäßig frühestens in dem Augenblick erfolgen, wo in der Anzeige des Thermometers ein merkbares Ansteigen der Temperatur zu erkennen ist. Praktisch wird man den Inhalt des Rückstandes etwa bei 0° C bestimmen. Bei der Bestimmung des Anteiles dieses Rückstandes an reinem Wasser ist der erhebliche Unterschied im spezifischen Volumen zwischen Salmiakgeist und Wasser zu berücksichtigen. Die Umrechnung hat auf Grund folgender Zahlentafeln zu geschehen:

Zahlentafel 1

Temperatur °C	Ammoniakgehalt in kg in 1 kg gesätt. Salmiakgeist bei 1 ata
—10	0,53
— 5	0,505
0	0,47
+ 5	0,42
+10	0,34

Zahlentafel 2

Ammoniakgehalt der Lösung (kg)	Spezifisches Gewicht kg/dm^3
0	1,0
0,10	0,95
0,20	0,90
0,30	0,85
0,40	0,80
0,50	0,76
0,60	0,72

Als Beispiel für den Gebrauch des Instrumentes sei Nachstehendes angegeben:

Aus einer Ammoniakbombe sei eine Probe gezogen und so weit verdampft worden, daß im rohr-

förmigen Fortsatz des Probeglases bei einer Temperatur von 0° C ein Rückstand von 3,5 Vol.-Prozent ruhig stehende Flüssigkeit verbleibt.

Auf Grund der Tafel 1 ist der Ammoniakgehalt in 1 kg gesättigtem Salmiakgeist bei der Temperatur 0° C 0,47 kg. Aus Zahlentafel 2 geht hervor, daß das spez. Gewicht dieses Salmiakgeistes 0,78 beträgt. Die Volumenunterschiede zwischen 0° und 4° (Definition des spez. Gewichtes) sollen vernachlässigt werden, weil sie außerordentlich gering sind.

Unter Außerachtlassung der geringfügigen Mengen von Oel- und Pyridinbasen beträgt das Gewicht des gesättigten Salmiakgeistes bei 3,5 Volumen-Prozent entsprechend 7,0 cm^3 Rauminhalt $7{,}0 \cdot 0{,}78 = 5{,}46$ g.

Da in 1 kg Salmiakgeist 0,47 kg Ammoniak und 0,53 kg Wasser enthalten sind, so enthält der Rückstand in der Proberöhre $5{,}46 \cdot 0{,}53 = 2{,}89$ g Wasser oder 2,89 cm^3 Wasser entsprechend 1,45 Vol.-Proz. der untersuchten Ammoniakprobe.

Man hat also nur die abgelesenen Vol.-Prozente mit den aus den beiden Tafeln folgenden Faktoren zu multiplizieren, um den wahren Wert zu erhalten.

Für den Kühlmaschinenbetrieb selbst soll zum Schluß noch darauf hingewiesen werden, daß, soweit es da und dort nicht schon geschehen ist, die landläufige Auffassung zu verlassen ist, daß bei verunreinigtem Ammoniak Wasser in den Ammoniaksystemen der Kühlmaschine vorhanden wäre. Daß ferner dieses Wasser vor allem deshalb aus der Maschine zu entfernen sei, weil dadurch die Gefahr besteht, daß die Verdampferschlangen »einfrieren« und der Umlauf des Kälteträgers dadurch ganz oder teilweise behindert wird.

Ein Einfrieren der Verdampferschlangen ist nicht möglich, auch wenn bei der Reinigung von Kühlmaschinen durch das Ausdämpfen der Rohrspiralen ungewöhnlich viel Wasser in den Schlangen zurückgehlieben sein sollte. Bei der Neufüllung der Maschine mit Ammoniak wird sich vielmehr sofort Salmiakgeist bilden, der immer flüssig bleibt. Er wird sich als Umlauf des Kälteträgers beteiligen. In den Betriebspausen wird er sich an den tiefsten Windungen der Rohrspiralen, in denen er sich befindet, ansammeln. An den von ihm verlegten Flächenteilen kann keine Ammoniakflüssigkeit verdampfen, was eine Verminderung der Kälteleistung zur Folge haben wird. Eine Betriebsstörung durch Einfrieren der Schlangen ist aber, wie man früher immer angenommen hat, nicht zu befürchten.

Berechnung des günstigsten Zwischendruckes bei Verbundkompression für NH_3-Kältemaschinen

von Hans Behringer.

(Mitteilungen aus dem Kältetechnischen Institut der Technischen Hochschule, Karlsruhe).

In einem kürzlich in dieser Zeitschrift erschienenen Aufsatz[1]) schlägt R. Plank als idealen Vergleichsprozeß bei Verbundkompression einen solchen vor, bei dem die Zwischenkühlung des die Niederdruckstufe verlassenden Dampfes bis auf die dem Zwischendruck entsprechende Sättigungstemperatur getrieben wird, wobei diese Zwischenkühlung zuerst durch Kühlwasser und dann durch Verdampfung von Kältemittel unter Zwischendruck erfolgt. Er entwickelt für die Berechnung der spezifischen Kälteleistung Formeln, in denen nur dem i-s oder i-p-Diagramm unmittelbar zu entnehmende Wärmeinhaltsgrößen vorkommen, und weist nach, daß man mit diesem Prozeß die größte spez. Kälteleistung erhält. Die Wahl des Zwischendrucks blieb dabei noch frei. Dieser ist nur dann von vornherein gegeben, wenn sich die Kälteleistung auf zwei verschiedene durch den Zweck der Anlage festgelegte Verdampfungstemperaturen verteilt. Für den Konstrukteur ist in allen anderen Fällen die Kenntnis des günstigsten Zwischendruckes von Wichtigkeit. Seine genaue Berechnung müßte durch Nullsetzung des Differentialquotienten der spezifischen Kälteleistung nach dem Zwischendruck erfolgen, was zu einem analytisch nicht lösbarem Ausdruck führt. Rechnet man dagegen an Hand der erwähnten Formeln die spezifische Kälteleistung für mehrere Zwischendrücke aus und trägt jene in Abhängigkeit von diesen in einem Diagramm auf, so läßt sich graphisch leicht das Maximum und somit der günstigste Zwischendruck mit einer für alle Fälle genügenden Genauigkeit bestimmen. Dies wurde im Folgenden für Ammoniak durchgeführt. Für den Fall vollständiger Zwischenkühlung bis auf die dem Zwischendruck entsprechende Sättigungstemperatur gibt R. Plank die Formel (24a) an:

$$K_{th} = \frac{632\ (i_{02}'' - i_{01}')\ (i_{01}'' - i_u')}{(i_c - i_{01}')\ (i_f - i_{01}'') + (i_{01}'' - i_u')\ (i_b - i_{02}'')}$$

Hierbei bedeuten

i_{01}'' bzw. i_{01}' den Wärmeinhalt des trocken gesättigten Dampfes bzw. der Flüssigkeit beim gewählten Zwischendruck.

i_{02}'' den Wärmeinhalt des trocken gesättigten Dampfes bei der Verdampfungstemperatur.

i_u' den Wärmeinhalt der unterkühlten Flüssigkeit bei der Temperatur vor dem ersten Regulierventil.

i_b, i_c und i_f den Wärmeinhalt des überhitzten Dampfes hinter der Niederdruckstufe, nach Abkühlung bis zur Unterkühlungstemperatur und hinter der Hochdruckstufe.

Die einzelnen Werte wurden dem vom Bureau of Standards, Washington, herausgegebenen i/log-p-Diagramm entnommen. Dabei wurde die Unterkühlungstemperatur in allen Fällen um 5° C tiefer als die Verflüssigungstemperatur gewählt, wie es häufig praktischen Verhältnissen entsprechen dürfte. Dann ergibt sich die folgende Zahlentafel für K_{th}:

Theoretische Kälteleistung in $\frac{\text{kcal}}{\text{PS}_i\ \text{h}}$

Verdampfungstemperatur = −10°

Zwischendruck-Sättigungstemperatur		+15°	+10°	+5°	0°	−5°
Verflüssigungstemperatur	t = 20°	—	5329	5330	5188	—
	25°	4457	4524	4498	4381	—
	30°	3897	3918	3868	3754	—
	35°	3449	3437	3376	3267	—

[1]) R. Plank. Ueber den Idealprozeß von Kältemaschinen bei Verbundkompression. Diese Zeitschrift 1928, Heft 2.

Verdampfungstemperatur = −15°

Verflüssigungstemperatur t =	Zwischendruck-Sättigungstemperatur +15°	+10°	+5°	0°	−5°
20°	—	4430	4446	4389	4325
25°	3791	3857	3850	3796	3706
30°	3375	3405	3377	3314	3223
35°	3033	3035	2994	2927	2828

Verdampfungstemperatur = −20°

Verflüssigungstemperatur t =	Zwischendruck-Sättigungstemperatur +15°	+10°	+5°	0°	−5°
20°	—	3705	3729	3728	3700
25°	3222	3293	3298	3289	3234
30°	2916	2957	2942	2919	2859
35°	2656	2672	2646	2613	2542

Verdampfungstemperatur = −25°

Verflüssigungstemperatur t =	Zwischendruck-Sättigungstemperatur +10°	+5°	0°	−5°	−10°
20°	—	3205	3229	3227	3183
25°	2855	2880	2894	2865	2797
30°	2597	2604	2602	2565	2492
35°	2373	2367	2355	2306	2233

Verdampfungstemperatur = −30°

Verflüssigungstemperatur t =	Zwischendruck-Sättigungstemperatur +10°	+5°	0°	−5°	−10°
20°	—	2785	2804	2821	2801
25°	2482	2535	2545	2539	2496
30°	2283	2317	2315	2299	2249
35°	2107	2132	2116	2085	2035

Verdampfungstemperatur = −35°

Verflüssigungstemperatur t =	Zwischendruck-Sättigungstemperatur +5°	0°	−5°	−10°	−15°
20°	—	2476	2505	2501	2454
25°	2236	2271	2279	2254	2203
30°	2064	2085	2083	2050	1997
35°	1911	1982	1907	1869	1817

In Abb. 1 sind Werte von K_{th} für verschiedene Verdampfungstemperaturen als Funktion des Zwischendruckes aufgetragen. Die Maximalwerte sind darin durch kleine Kreise hervorgehoben, der günstigste Zwischendruck (gemessen durch seine Sättigungstemperatur) kann ohne weiteres auf der Abszissenachse abgelesen werden. Ferner wurde in die Kurven der aus der Beziehung $p' = \sqrt{p_0 \cdot p}$, die bei der

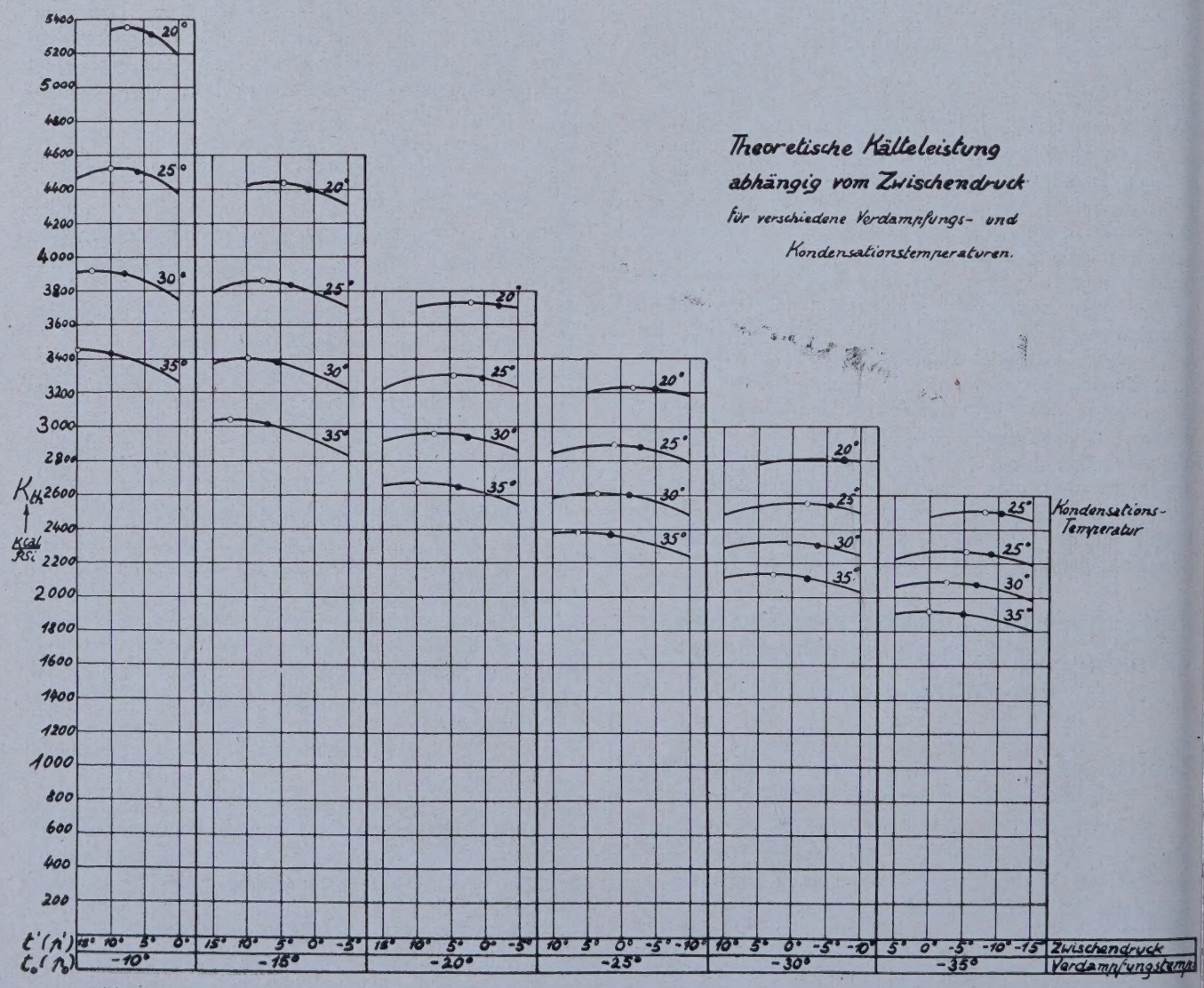


Abb. 1.

Berechnung von Luftkompressoren benutzt wird, errechnete Zwischendruck eingetragen und mit kleinen Punkten bezeichnet. Diesem Druck entspricht, wie man sieht, nicht genau die maximale spezifische Kälteleistung. Jedoch verlaufen die Kurven alle sehr flach und zwar umso flacher, je tiefer die Verdampfungstemperaturen sind, bei denen gearbeitet wird. Man darf deshalb wohl sagen, daß der Konstrukteur nie einen großen Fehler begeht, wenn er den so berechneten Zwischendruck p' auch bei Kältemaschinen-Verbundverdichtung anwendet. Darüber hinaus folgt aus dem flachen Verlauf der Kurven in Abb. 1, daß die spezifische Kälteleistung auch dann nur wenig unter dem Höchstwert liegt, wenn der Zwischendruck nach der einen oder anderen Richtung schon ziemlich stark vom günstigsten Wert abweicht. Die Wahl des Zwischendrucks kann demnach lediglich auf Grund praktischer Erwägungen erfolgen, wobei die Lieferungsgrade in beiden Stufen, Kolbenkräfte und vorhandene Modelle mitbestimmend sind. Für den idealen verlustlosen Vergleichsprozeß ist jedoch die Wahl des Zwischendrucks in ziemlich weiten Grenzen fast ohne Einfluß auf die spezifische Kälteleistung. Aus diesem Grunde erscheint es berechtigt, in den Regeln für Leistungsversuche an Kältemaschinen von der Festsetzung eines bestimmten günstigsten Zwischendrucks abzusehen und ihn jeweils so anzunehmen, wie er durch die Abmessungen der untersuchten Maschine gegeben ist.

Zur Festlegung eines Idealprozesses für die Kaltdampf-Verbundkompressionsmaschinen.

Dipl.-Ing. K. Heinze, Wesermünde.

In Heft 2 dieser Zeitschrift wurden von Prof. R. Plank, Karlsruhe, Vorschläge für die Festlegung eines Idealprozesses für die Verbundkompression bei Kaltdampfmaschinen gemacht. Diese gehen von dem grundlegenden Gedanken aus, den idealen Vergleichsprozeß soweit als möglich dem tatsächlich in der Maschine verlaufenden anzugleichen.

Aus diesem Grunde ist der Vorschlag gemacht, auch für den theoretischen Vergleichsprozeß den Zwischendruck so zu wählen, wie er sich durch die Natur der Anlage oder die tatsächlichen Hoch- und Niederdruckzylindervolumina ergibt. Es wird damit also bewußt darauf verzichtet, für alle Fälle den Bestwert der spezifischen Kälteleistung beim günstigsten Zwischendruck als Maßstab heranzuziehen. In den folgenden Zeilen wird im Gegensatz hierzu der Standpunkt vertreten, daß auf jeden Fall dieser Bestwert zum Vergleich herangezogen werden soll.

Der von Prof. Plank zugrunde gelegte Fall, daß sowohl beim Niederdruck, als auch beim Zwischendruck eine Kälteleistung hervorzubringen ist, ist zwar der allgemeine, aber an Zahl der Ausführungen in der Praxis wohl der seltenere, da die betrieblichen Verhältnisse ihn nur in wenigen Fällen zulassen. Viel häufiger wird die Verbundmaschine in dem Falle benötigt, daß bei abnormal tiefen Verdampfungs- oder hohen Verflüssungstemperaturen die gesamte Kälteleistung bei einer Verdampfungstemperatur zu decken ist. Für diese reinen zweistufigen Anlagen erscheint das Arbeiten beim günstigsten Zwischendruck immer erstrebenswert.

Der allgemeine Fall mit Kälteleistungen bei 2 verschiedenen Verdampfungstemperaturen läßt überdies der Ausführung andere Lösungen offen, z. B. die der Ausführung von zwei vollkommen getrennten Anlagen, derart daß die Zwischendruckleistung in einer einstufig arbeitenden Anlage, die Niederdruckkälteleistung in einer besonderen zweistufigen Anlage hervorgebracht wird. Bei dieser getrennten Anordnung kann die zweistufige Anlage beim günstigsten Zwischendruck arbeiten und es kann sich somit bei getrenntem Arbeiten insgesamt eine höhere spezifische Kälteleistung ergeben als für die kombinierte Anlage.

Daher erscheint es angebracht, auch für diese Anlagen mit Niederdruck- und Zwischendruckkälteleistungen die spezifische Kälteleistung einer reinen zweistufigen Anlage in Rücksicht zu ziehen, die beim günstigsten Zwischendruck arbeitet. Der Zwischendruck eines Prozesses mit Niederdruck- und Zwischendruckverdampfung liegt meist zwischen dem günstigsten Zwischendruck eines zweistufigen Prozesses und dem Niederdruck, denn die Differenz zwischen den verschiedenen Verdampfungstemperaturen ist meist nicht sehr groß. Der kombinierte Prozeß wird umso ungünstiger, je weiter der nach den Verhältnissen erforderliche Zwischendruck vom günstigsten abweicht.

Aus diesen Gründen wird vorgeschlagen:

1. Als spezifische Kälteleistung für reine Zweistufenkompression werde der Bestwert bei günstigstem Zwischendruck festgelegt, der sich für einen Idealprozeß mit vollkommener Zwischenkühlung durch Kühlwasser und verdampfende Mitteldruckflüssigkeit ergibt.
   Dieser Prozeß hat nach den Ausführungen von Prof. R. Plank von den in den praktischen Ausführungen üblichen Schaltungen bie beste theoretische spezifische Kälteleistung.
2. Für Prozesse mit Kälteleistungen bei Nieder- und Zwischendruck werde folgendermaßen vorgegangen: Man denke sich den Prozeß in zwei Einzelprozesse getrennt und zwar in
   a) einen einstufigen Prozeß, bei dem die Kälteleistung Q_{01} bei der Verdampfungstemperatur t_{01} erzielt wird, die dem Zwischendruck entspricht und
   b) einen zweistufigen Prozeß mit vollkommener Zwischenkühlung durch Kühlwasser und Mitteldruckflüssigkeit, der bei dem günstigsten Zwischendruck verläuft und bei der Niederdruckverdampfungstemperatur t_{02} die Kälteleistung $Q_{02} = Q - Q_{01}$ liefert.

Dann ergibt sich die spezifische Kälteleistung für den einstufigen Prozeß

$$K_{th1} = \frac{Q_{01}}{AL_1} = \frac{632\ (i_{01}'' - i_u')}{if_1 - i_{01}''} \qquad (1),$$

für den reinen Zweistufenprozeß nach den Ausführungen von Prof. Plank in der Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie 1928 S. 21 § 4 lt. Gleichung 24 a) für den günstigsten Zwischendruck pz

$$K_{th2\,max} = \frac{Q - Q_{01}}{AL_2} = \frac{632\ (i_{02}'' - i_2'')\ (i_z'' - i_u')}{(i_c - i_z')\ (if_2 - i_z'') + i_z'' - i_u')\ (i_b - i_{02}'')} \qquad (2)$$

und für den kombinierten Prozeß

$$K_{th} = \frac{Q}{AL_1 + AL_2} = \frac{Q}{\frac{Q_{01}}{K_{th_1}} + \frac{Q - Q_{01}}{K_{th_2 max}}} = \frac{K_{th_1}}{\frac{(Q_{01})}{Q} + \left(1 - \frac{Q_{01}}{Q}\right)\frac{K_{th_1}}{K_{th_2 max}}} \quad (3)$$

Die Gleichung (3) ist auch für andere Zwischendrucke als den günstigsten, also andere Werte von K_{th_2}, gültig und ergibt für alle Werte von $\frac{Q_{01}}{Q}$ ein Maximum für $K_{th_2 max}$.

Die vorgeschlagene Festlegung der theoretischen spezifischen Kälteleistung hat folgende Vorteile:

1. Der Vergleichswert ist für jeden Fall die bei den gegebenen Temperaturverhältnissen mögliche Höchstleistung. Bei der Aufgabe, zwei verschiedene Kälteleistungen bei verschiedenen Verdampfungstemperaturen unter Anwendung von Verbundwirkung hervorzubringen, dient derselbe Wert für die spezifische Kälteleistung der kombinierten und getrennten Ausführung zum Vergleich.
2. Die theoretische spezifische Kälteleistung für die am häufigsten vorkommende reine zweistufige Kompression wird, wenn man sich für den günstigsten entscheidet, unabhängig vom Zwischendruck, und damit für gegebene äußere Temperaturbedingungen zu einer konstanten Größe. Die Werte von $K_{th_2 max}$ können in Tafeln zusammengestellt werden.

Hält man dagegen auch bei Festlegung des theoretischen Vergleichswertes an dem in der Maschine sich einstellenden Zwischendruck fest, so gewinnen konstruktive Maßnahmen Einfluß auf den Vergleichswert.

Die Normalisierung von Kolbenring- und Kolbenstangendurchmesser und die Typisierung von Stufenkolbenkompressoren nötigt häufig, vom günstigsten Zwischendruck abzugeben. Es können sich dadurch für verschiedene Maschinengrößen für die gleichen äußeren Temperaturbedingungen verschiedene spezifische Kälteleistungen ergeben. Diese Verschiedenheit ist auch mit Rücksicht auf die bei einstufigen Anlagen erzielte Eindeutigkeit nicht erwünscht.

3. Die spezifische Kälteleistung kann bei tabellarischer Zusammenstellung der Werte von $K_{th\,2\,max}$ auch für kombinierte Prozesse ohne Zuhilfenahme des Diagramms ermittelt werden.

Es werden dadurch Meßfehler, die bei den zahlreichen dem Diagramm zu entnehmenden Werten leicht möglich sind, vermieden. Dies ist wichtig, da man gar keine Vergleichsmöglichkeit oder rechnerischen oder graphischen Ausgleich hat, wenn man für einen einzigen Fall einen K-Wert nach Diagrammwerten errechnet. Bei systematischer Zusammenstellung der Werte von $K_{th\,2\,max}$ kann man hingegen solche Fehler ausgleichen.

Wie weit die Werte der spezifischen Kälteleistungen voneinander abweichen, wenn man einmal bei der Berechnung den tatsächlichen oder den durch die Mitteldruckverdampfung vorgeschriebenen, zum andern den günstigsten Zwischendruck zugrunde legt, werde an einem Zahlenbeispiel gezeigt.

Für eine CO_2 Maschine sei gegeben:
$t_{02} = -20^0$ C; $p_{02} = 20{,}09$ ata: $t_{01} = \pm 0^0$ C; $p_{01} = 35{,}39$ ata; $pk = 90$ ata $t_u = +35^0$ C.
Der Berechnung von K_{th1} und $K_{th2\,max}$ dienen dem i — s-Diagramm von Mollier (Regeln für Leistungsversuche DIN 1951) entnommene Werte.

Diese ergeben für die einstufige Kompression von $p_{01} = 35{,}09$ ata entsprechend $t_{01} = \pm 0^0$ C auf $p_k = 90$ ata

$$K_{th1} = 2285 \text{ kcal/PS}_h,$$

für die reine zweistufige Kompression von $p_{02} = 20{,}09$ ata auf 90 ata beim Zwischendruck p_{01} — $K_{th2\,max} = 1579$ kcal/PSh und für die reine zweistufige Kompression von zwischen den gleichen äußeren Druckgrenzen und dem günstigsten Zwischendruck $p_{z\,best} = \infty 52$ ata entsprechend $t_{z\,best} = \infty + 15^0$ C

$$K_{th2\,max} = 1670 \text{ kcal/PSh.}$$

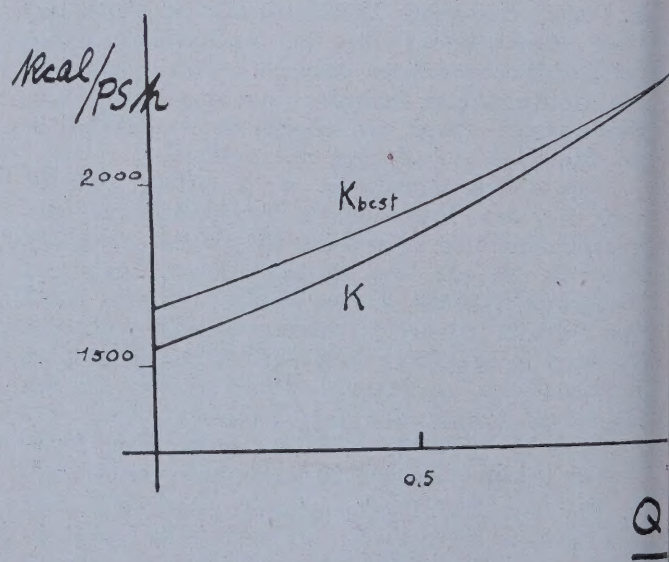
Der Bestwert ist durch Veränderung des Zwischendruckes gewonnen worden.

Nach Gleichung (3.) wird beim Zwischendruck p_{01} für den kombinierten Prozeß

$$K = \frac{2285}{Q_{01} + \left(1 - \frac{Q_{01}}{Q}\right)\frac{2285}{1576}} = \frac{2285}{\frac{Q_{01}}{Q} + \left(1 - \frac{Q_{01}}{Q}\right)\cdot 1{,}45} \quad (3a)$$

und für den getrennt gedachten Prozeß mit einstufiger Kompression zwischen p_{01} und p_k und besonderem zweistufigen Prozeß zwischen p_{02} und p_k bei dem günstigsten Zwischendruck $P_{z\,best}$

$$K_{best} = \frac{2285}{\frac{Q_{01}}{Q} + \left(1 - \frac{Q_{01}}{Q}\right)\frac{2285}{1670}} = \frac{2285}{\frac{Q_{01}}{Q} + \left(1 - \frac{Q_{01}}{Q}\right)\cdot 1{,}37} \quad (3b)$$



Die Auftragung der Werte von K und K_{best} über dem Anteil der Zwischendruckkälteleistung an der Gesamtkälteleistung zeigt, daß für reine Werte von $\frac{Q_{01}}{Q}$ die Unterschiede am größten sind z. B. liegt für $\frac{Q_{01}}{Q} = 0{,}2$ der Wert von K_{best} rund 5% höher als der Wert von K.

Wenn der Kraftbedarf allein maßgebend ist, erweist sich damit die kombinierte Anordnung nur dann gegenüber der völlig getrennten gerechtfertigt, wenn man in der Wahl des Zwischendruckes frei ist, wie z. B. bei der Abkühlung von Flüssigkeiten und Gasen um große Temperaturdifferenzen, oder in dem Falle, daß dauernd oder zeitweise eine kleine Niederdruckkälteleistung erzeugt werden soll.

Es empfiehlt sich also, in jedem Falle einer Verbundkompression die theoretische spezifische Kälteleistung bei günstigsten Zwischendruck, der bei einem gegebenen Niederdruck und Verflüssigungsdruck und einer gegebenen Unterkühlungstemperatur festliegt, zum Vergleich heranzuziehen, wie dies in der Festlegung der spezifischen Kälteleistung nach Vorschlag 1 und 2 geschieht.

Eine weitere Arbeit: Berechnung des günstigsten Zwischendruckes bei Verbundkompression für CO_2 Kältemaschinen folgt.

Verzeichnis der Vorträge beim V. Internationalen Kältekongreß

(Schluß).

Sektion III.

1. Acedevo und Romat: Beitrag zur Kenntnis der »bone stink« und »bone taint« genannten Fäulniserscheinungen der Knochen.
2. Zitowitsch und Schmakow: Chemische Kontrolle der Frische von Fleischwaren.
3. Giuseppe La Cauza: Versuche über den Einfluß der Kälte auf die Frischhaltung.
4. Dr. G. Dalla Torre und Savini: Der Einfluß der Kälte auf das Reifen von Granakäse.
5. Prof. A. Monvoisin: Veränderungen von roher oder pasteurisierter Milch während der Lagerung bei tiefen Temperaturen.
6. Fascetti: Einfluß der Kälte auf den »Bel paese«-Käse.
7. Dr. Ezer Griffiths: Ein Kalorimeter zur Messung der von Früchten erzeugten Wärme.
8. Prof. A. Monvoisin: Kühleier.
9. Dr. Charles Brooks: Krankheiten der Aepfel im Kaltlager.
10. Dr. Cortese: Ueber die Veränderung der Wasserstoff-Ionenkonzentration im Safte der Birnen während des Reifens.
11. F. Scurti und L. Paravino: Die »Strahlenkrankheit« gekühlter Fische.
12. Prof. Tserevitinoff und Spytsina: Einfluß der Lagertemperatur auf die chemische Zusammensetzung von Kartoffeln.
13. F. Scurti und A. Zavanaju: Ueber die Erscheinungen der Autokatalyse der Gemüse und Kräuter bei gewöhnlicher Temperatur und über den Einfluß der Kälte auf diese Phänomene.
14. J. L. Lauritzen: Die Umstände, die im Kampf gegen die Krankheiten eingelagerter Gemüse von Einfluß sind.
15. E. A. Back und R. T. Cotton. Die Kaltlagerung und der Kampf gegen die Insekten.
16. Gustav Bullo: Künstliche Kälte, Gesundheitswesen und rohe Lebensmittel.
17. M. T. Zarotschenzeff: Die Schnellkühlung von Schweinen in Baconfabriken.
18. M. T. Zarotschenzeff: Die Kühlung ohne Verdichter, mit einer Mischung von Salz und Eis, in der Lebensmittelindustrie.
19. Lorenz Rasmusson: Die Kältetechnik in der Lebensmittelindustrie; die Fortschritte in Schweden seit dem IV. Internationalen Kältekongreß.
20. Dr. Nicolas und T. Suarez: Beitrag zur Frage des Auftauens von Gefrierfleisch.
21. M. T. Zarotschenzeff: Die neuesten Fortschritte im Schnellgefrieren von Fisch und Fleisch.
22. F. Schoofs. Bemerkungen über das Auftauen von Gefrierfleisch.
23. Prof. Dr. J. Lenfeld: Verbesserung der Behandlung von Gefrierfleisch in den Einfuhrländern nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten und nach von Fachleuten empfohlener Technik.
24. A. Barrier und Prof. A. Monvoisin: Ueber die Technik des Auftauens von Fleisch.
25. J. T. Bowen: Die Kältetechnik im Molkereiwesen der Vereinigten Staaten.
26. M. H. Corblin: Kühlen und Gefrieren von Milch.
27. Giuseppe La Cauza: Die Konzentration von Magermilch durch Kälte.
28. Hermann von Schrenk: Das Lagern von Butter in Kisten aus Tupeloholz oder Gummibaumholz.
29. M. Vauclin: Die Frischhaltung von Eiern in Frankreich nach dem Verfahren von Lescardé-Everaert.
30. B. Titman: Der Fortschritt der Gefriereis-Industrie in den Vereinigten Staaten.
31. Badilques: Die zum Einfrieren von Fischen erforderliche Wärmemenge.
32. C. Corbetta: Ueber die Wichtigkeit, diejenigen Arten von landwirtschaftlichen Produkten zu finden, welche bei der Kaltlagerung die günstigsten Ergebnisse liefern.
33. Giuseppe La Cauza: Die Kaltlagerung von Früchten. (Grundlegende Versuche.)
34. Lorenz Rasmusson: Die Kaltlagerung von Früchten.
35. E. Bottini: Das Verhalten einiger Birnensorten im Kühlhause.
36. Dr. Antonio Zavanaju: Ozonisatoren für die Frischhaltung von Früchten und Gemüsen.
37. J. R. Magness: Die Erhaltung und Kaltlagerung von Aepfeln in den Vereinigten Staaten.
38. Prof. E. L. Overholser. Ergebnisse der Kaltlagerung einiger Fruchtarten.
39. Lorenz Rasmusson: Die Umwandlungen in Früchten und Gemüsen infolge von Temperatureinflüssen während der Kaltlagerung.
40. Lorenz Rasmusson: Die Kaltlagerung von Gemüsen.
41. G. Drogoul: Ueber die Erhaltung von Pilzen in Kühlräumen.
42. Société Centrale Meulière: Das Kaltmahlen.
43. Dr. Arnaldo Vanossi: Die Kälte im italienischen Brauwesen.
44. G. La Cauza: Die Konzentration von Zitronen- und Apfelsinensaft durch Kälte.
45. E. Guarini: Ueber die Sättigung von gekühltem Wasser mit Gasen bei der Herstellung von Selterwasser.
46. Japanisches Ministerium für Land- und Forstwirtschaft: Die Kaltlagerung in der Seidenindustrie.

47. Giuseppe La Cauza: Die Frischhaltung von Maulbeerblättern in Kühlräumen und die Aufzucht von Seidenraupen.

Sektion IV.

1. T. Moran und J. R. Vickery: Ueber die Frischhaltung von gefrorenem und gekühltem Fleisch.
2. Leon A. Harkins: Untersuchungen über die Kaltlagerung und Verfrachtung von Früchten und Gemüsen, ausgeführt vom Landwirtschaftsministerium der Vereinigten Staaten.
3. J. H. Bracken: Der amerikanische Kühlwagen von 1927.
4. Eugen F. McPike: Die Entwicklung des Kühltransportes in Amerika, mit besonderer Berücksichtigung der Verbesserung und der wachsenden Benutzung der Kühlwagen.
5. A. Sigmann: Ueber die allen Kühlwagentypen gemeinsamen und für ihre Wirksamkeit wesentlichen Einflüsse.
6. M. H. Corblin: Eisgekühlter Eisenbahnwagen mit erzwungenem Luftumlauf.
7. Betriebsverwaltung des französischen Eisenbahnnetzes: Bemerkung über den Kühltransport leicht verderblicher Lebensmittel auf französischen Eisenbahnen.
8. Betriebsverwaltung der Compagnie de Fer du Nord: Der Einfluß der Wärmeschutzwagen auf die Entwicklung der Verfrachtung von Fischereierzeugnissen.
9. Perfetti: Die fliegende Kühlanlage der italienischen Eisenbahn.
10. M. Tikhotsky und Prof. Tserevitinoff: Versuchstransporte von Früchten in Kühlwagen von der Krim nach Moskau.
11. P. J. Denissov: Kühltransporte in Rußland.
12. Ezer Griffiths und Edgar A. Griffiths: Einige technische Probleme beim Kühltransport von Aepfeln.
13. R. Follain: Die Wasserdampfkältemaschine der Bauart »Marine«, Type Westinghouse-Leblanc und ihre neuesten Fortschritte.
14. S. B. Carpender: Amerikanische Praxis der Schiffsisolierung.
15. Abteilung Fischerei des japanischen Ministeriums für Land- und Forstwirtschaft: Kühlschiffe für Fischerei in Japan.
16. G. Grigersen: Das Technologische Institut in Kopenhagen.
17. M. Ivan Cabane: Französische Versuchsanlage für Anwendung der Kälte in der Weinindustrie.
18. Prof. A. Riasantsev: Der kältetechnische Unterricht in Rußland.
19. Prof. Zdenko Elger. Der kältetechnische Unterricht in der Tschechoslovakei.
20. Prof. A. Monvoisin: Ueber die Vorsichtsmaßregeln, die die Erzeuger von Kühlgütern zu beachten haben.
21. J. Stroud: In Australien ausgeführte kältetechnische Arbeiten.
22. A. Arras und M. T. Zarotschenzeff: Die Kaltlagerung, Kälteerzeugung und die Verfrachtung verderblicher Güter in den baltischen Ländern.
23. Joseph Raymond: Einige Bemerkungen über den gegenwärtigen Stand der Kältetechnik in Groß-Britannien.
24. W. R. Chambers: Die Anwendung der künstlichen Kälte in Holland.
25. Japanisches Ministerium für Land- und Forstwirtschaft: Die Entwicklung der Kälteindustrie in Japan.
26. J. Petrov und N. Voronstov: Die Kälteindustrie in Rußland.
27. Prof. E. S. Karatigin: Die wirtschaftlichen Grundlagen der Entwicklung der Kälteindustrie in Rußland.
28. Dänische Eisenbahn: Transportversuche mit Fleisch in isolierten Wagen.

Zeitschriftenbericht.

Kältemaschinen.

Automatische Ammoniak-Regelventile. (Automatic amonia control valves.) H. S. Venemann. Refrigerating world, Februar 1928.

Der Verfasser weist auf die Notwendigkeit hin, jeden Verdampfer mit einem besonderen Regelventil zu versehen, weil die Veränderung des einen den Ammoniakdurchfluß durch die andere beeinflußt. Es sind 4 Arten von automatischen Regelventilen in Gebrauch: 1. Absperrventile, die rasch schließen und öffnen sollen, 2. Ventile, die gleichbleibenden Druck in der Saugleitung aufrecht erhalten sollen, 3. Ventile, die im Verdampfer den Flüssigkeitsstand auf gleicher Höhe halten sollen, 4. Ventile, die die Flüssigkeitszuführung mit der Belastung des Verdampfers in Uebereinstimmung halten sollen. Die Absperrventile sollen den Flüssigkeitsstrom nicht drosseln, sondern ganz öffnen oder dicht schließen, und arbeiten meist zusammen mit einem Drosselventil. Wenn die Temperatur im Raum zu hoch steigt, dann wird der Motor, der das Ventil öffnet, in Gang gesetzt, ist die Temperatur niedrig genug, wird der Motor umgeschaltet und das Ventil geschlossen. Zuweilen wird der Verdichter gleichzeitig mit dem Oeffnen des Drosselventils in Gang gesetzt und mit dem Schließen angehalten.

Ventile zur Regelung des Saugdruckes sind seit langem in Gebrauch. Bei ihnen wirkt die Saugspannung auf die steuernde Membran. Sie sind natürlich nur dort anzuordnen, wo es wirklich auf gleichbleibenden Druck in der Saugleitung ankommt, und sie sind nicht geeignet, Belastungsschwankungen zu folgen. Man findet sie viel bei Kleinkältemaschinen für Fleischereien und Restaurants, wo die Belastung ziemlich gleichmäßig ist. Sie arbeiten am besten, wenn nur ein Verdampfer vorhanden ist oder mehrere hintereinander geschaltet sind. Dagegen ist es schwer, 2 parallel geschaltete Ventile zu gutem Zusammenarbeiten zu bringen. Die Ventile, die auf konstanten Flüssigkeitsspiegel regeln, haben einen Schwimmer und öffnen, wenn der Spiegel im Verdampfer um ein gewisses Maß gesunken ist, schließen, wenn eine gewisse Höhe erreicht ist. Diese Ventile sind nicht geeignet bei solchen Verdampfern, bei denen man die Leistung durch Veränderung des Flüssigkeitsstandes beeinflussen will. In großem Umfange werden sie bei Haushaltmaschinen verwendet.

Die letzte Gruppe der Regelventile sorgt dafür, daß dem Verdampfer gerade so viel Flüssigkeit zugeführt wird, wie der Belastung entspricht. Es regelt also auf volle Ausnutzung des Verdampfers. Diese ist dann erreicht, wenn das verdampfende Ammoniak mit einer bestimmten Ueberhitzungstemperatur das System verläßt. Dementsprechend ist die Saugleitung auf ein gewisses Stück mit einem Mantel umgeben, in dem sich flüssiges Ammoniak befindet. Der Druck in diesem Mantel steigt mit der Temperatur der abgesaugten Dämpfe und wird dazu benutzt, die Flüssigkeitszufuhr zu regeln. Z. B. kann der Mechanismus auf eine Ueberhitzungstemperatur von 5° C eingestellt sein. Ist sie geringer, dann verdampft das Ammoniak zu schnell, das Ventil bleibt geschlossen, ist sie größer, so dient ein zu großer Teil der Schlange als Ueberhitzer, und es wird Flüssigkeit eingelassen. Diese Art Regelung sorgt also für vollständige Verdampfung des Ammoniaks und schützt den Verdichter vor Flüssigkeit. Der Verfasser empfiehlt sie als besonders vorteilhaft. Sie wird nach Erfinder und Hersteller »Baker-Hoffman« genannt.

Bücherbericht.

Emil Hofmann. Die Milchversorgung der deutschen Städte, bearbeitet auf Grund einer Rundfrage des deutschen Städtetages vom Dezember 1926. Heft 3 der Schriftenreihe des deutschen Städtetages. Selbstverlag des deutschen Städtetages, Berlin. 120 Seiten.

Die Umfrage umfaßte 21 Städte mit je über 200000 Einwohnern, 21 mit 100000 bis 200000 und 35 Städte mit 50000 bis 100000 Einwohnern und erstreckte sich auf im ganzen 65 Fragen, die jedoch nicht alle ausreichend beantwortet wurden.

Das Buch enthält eine Fülle von Material, das für alle diejenigen, die an der Verbesserung der Milchversorgung der Städte arbeiten, von großem Wert ist. Daß diese noch keineswegs ideal ist, ist bekannt, und es gibt sehr zu denken, daß aus der ersten Zusammenstellung sich ergibt, daß seit 1913 in den Großstädten der Milchverbrauch, bezogen auf den Kopf der Bevölkerung, in der ersten Gruppe um 9,57 %, in der zweiten um 5,47 % und in der dritten um 5,43 % zurückgegangen ist. Hier ist also noch erhebliche Arbeit zu leisten und für diese wird das Buch nützlich sein. Krause.

Dr.-Ing. R. Landsberg. Energiewirtschaft im Betrieb. Betriebswirtschaftliche Bücher. Herausgeber Dr.-Ing Werner Bondi. Band 5. Verlag von Georg Stilke, Berlin. 93 Seiten. Preis geb. 3,— RM.

Der Verfasser versteht es ausgezeichnet, dem Leser, bei dem besondere Kenntnisse nicht vorausgesetzt werden, die wirtschaftlich-technischen Begriffe nahezubringen und klarzumachen, daß es gewöhnlich nicht darauf ankommt, eine »technisch« vollkommene Anlage zu schaffen, sondern eine möglichst wirtschaftlich arbeitende. Es wird gezeigt, wo bei den verschiedenen Antriebsarten die Vorteile und Nachteile liegen. Besonders eingehend werden die Anlagen behandelt, die Energie und Wärme zugleich verbrauchen, also mit Gegendruck- oder mit Anzapfmaschinen arbeiten. Die Wirkungsweise des Ruthsspeichers, seine ausgleichende und den Kesselbetrieb so günstig beeinflussende Wirkung wird sehr anschaulich dargestellt. Zum Schluß wird auf die Bedeutung des Wärmeschutzes und einer sorgfältigen Betriebsüberwachung hingewiesen. Das Büchlein ist flott und anschaulich geschrieben, es enthält recht viel, so daß es auch der technisch geschulte Leser nicht nur mit Vergnügen, sondern auch mit Nutzen lesen wird.
Krause.

„Steuerkalender für Gewerbetreibende" und „Ausgaben-Uebersicht". Steuer-Verlag, Duisburg. Preis 2 RM.

Der Steuerkalender enthält auf einem Foliobogen, der bequem in jeden Schnellhefter untergebracht werden kann, eine Uebersicht über die zu zahlenden und gezahlten Steuern und Soziallasten und reicht für ein ganzes Jahr aus. Mit dieser Uebersicht ist durch eine sinnvolle Einrichtung (graphische Darstellung) ein Terminkalender verbunden. So ist mit einem Blick zu übersehen, wann, welche und wieviel Steuern und Sozialabgaben zu zahlen und gezahlt sind. Die Ausgaben-Uebersicht gewährt ebenfalls auf einem Bogen für ein ganzes Jahr eine vollkommene Uebersicht über sämtliche Geschäftsausgaben.

Ing. Herbert Vollhardt, Einführung in die Mathematik, Selbstunterrichtswerk nach dem Lehrsystem Karnack-Hachfeld, 8 Briefe à RM. 0,90. Verlag: Bonneß & Hachfeld, Potsdam, Am Neustädter Tor.

Im vorliegenden Werk wird soviel gebracht, wie zum Verständnis weiterer technischer Lehrbriefe nötig ist. Der Zweck der Arbeit ist, das auf den Elementarschulen gelehrte Wissen kurz zu wiederholen, oder, falls noch gar kein Wissen vorhanden ist, in die mathematischen Begriffe einzuführen und einen Ueberblick über die einzelnen Gebiete der Mathematik zu geben. Dementsprechend bringt das Werk nach einer einleitenden Erklärung der Begriffe des Zählens und Zahlensystems eine Einführung in die Arithmetik, Algebra, Planimetrie, Stereometrie, Trigonometrie. Auch die graphische Darstellung, die in immer größerem Umfange in der Technik Anwendung findet, wird in einem besonderen Abschnitt in den Grundzügen erklärt. Das Gelernte wird durch Fragen und Aufgaben, wozu Antworten und Lösungen mitgegeben sind, befestigt.

Kleine Mitteilungen

Brennstofftagung London 1928. Auf der diesjährigen Teilkonferenz der Weltkraftkonferenzen, die vom 24. September bis 6. Oktober 1928 in London als Brennstofftagung stattfindet, werden in fünf großen Klassen die heute im Vordergrund des Interesses stehenden technischen und wirtschaftlichen Fragen der festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffe behandelt, insbesondere ihre Verwertung und überdies eine Reihe allgemeiner Gesichtspunkte, wie Ausbildung in Brennstoff-Fragen usw. Im einzelnen wird jede Brennstoffgruppe nach ihrer Zusammensetzung, Einteilung, Herstellung usw. behandelt, so daß eine lückenlose Darstellung aller heutzutage interessierenden Brennstoff-Fragen in geschlossener Darstellung gewährleistet wird.

Deutschland hat allein 17 bemerkenswerte Beiträge zur Verfügung gestellt, für welche die hierfür in Betracht kommenden technischen und wirtschaftlichen Spitzenorganisationen die Patenschaft übernommen haben. Die Themen der deutschen Beiträge, die Verfasser und die Paten sind in der VDI-Zeitschrift Bd. 72/1928, Nr. 5 und 7, und im Februarheft des »Archiv für Wärmewirtschaft« bereits veröffentlicht worden.

Diese schriftlichen Beiträge werden durch das britische nationale Komitee gesammelt, von Generalberichterstattern, die für jede Klasse und ihre Unterabteilung bestellt sind, bearbeitet; die zur Diskussion geeigneten wesentlichen und in der Hauptsache interessierenden Punkte werden hierbei herausgeschält.

Ueber dieses technische Programm werden jetzt auch die ersten allgemeinen Bestimmungen für die Abwicklung der Brennstofftagung bekannt:

Wer an der Brennstofftagung teilnehmen will, muß die Mitgliedschaft erwerben und hierfür einen Mitgliedsbeitrag von 30 s (Mitglieder der dem Deutschen Nationalen Komitee angeschlossenen Organisationen 20 s) leisten. Er hat seinen Namen dem Deutschen Nationalen Komitee der Weltkraftkonferenz, Berlin NW. 7, Friedrich-Ebert-Str. 27, Ingenieurhaus, anzugeben. Von dort aus werden ihm alle weiteren Einzelheiten zur Teilnahme an der Brennstofftagung übermittelt werden. Auch diejenigen, deren Teilnahme heute noch nicht ganz feststeht, wollen dennoch ihre Anschrift dem Deutschen Nationalen Komitee melden, damit bereits jetzt ein ungefährer Ueberblick über die Zahl der deutschen Teilnehmer gewonnen werden kann.

Damen, welche die Teilnehmer begleiten, sind willkommen. Die englische Organisation der Brennstofftagung wird alles aufbieten, um ihnen den Aufenthalt in London durch Besichtigungen usw. so angenehm wie möglich zu machen.

Patentberichte.

Anmeldungen.

17a, 2. A. 50189. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden, Schweiz; Vertr.: Dr. h. c. Robert Boveri, Mannheim-Käfertal. Rotierende Kältemaschine. 28. 2. 27.

17a, 9. H. 103514. Friedrich Hansel, Berlin-Steglitz, Am Fenn 14. Entwässerungseinrichtung für Verdampfer an Absorptionskälteanlagen. 14. 9. 25.

17b, 6. L. 69978. Martin Lorkowski, Bad Obernigk. Handhabe zum Ausheben von Speiseeis aus dem Gefrierbehälter. 19. 10. 27.

17g, 2. A. 45718. Robert Gérard Aubert, Les-Galets-Céligny, Schweiz; Vertr.: Dr. C. Schmidtlein, Pat.-Anw., Berlin SW. 11. Verfahren zur Verhütung von Explosionen in Luftverflüssigungs- und Trennungsapparaten. 15. 8. 25.

Erteilungen.

17a, 2. 460936. Otto Hardung, Berlin-Friedenau, Varziner Str. 21. Eis- bezw. Kühlmaschine mit umlaufenden Verdampfer- und Kondensatorgehäusen. 5. 5. 25. H. 101731.

17a, 17. 460752. Dr.-Ing. Albert Klein, Stuttgart, Panoramastr. 23. Verfahren zur Reinigung des in einer Kältemaschinenanlage umlaufenden Kältemittels; Zus. z. Pat. 459046. 22. 8. 25. K. 97599. V. St. Amerika 21. 8. 24.

17e, 1. 460753. Demag Aktien-Ges., Duisburg. Rieseleinbau für Kühlwerke. 6. 7. 27. D. 53407.

17g, 2. 460927. Dr.-Ing. Arthur Seligmann, Düsseldorf, Elisabethstr. 73. Verfahren zur Verflüssigung und Trennung schwer kondensierbarer Gase und Gasgemische unter Zuhilfenahme äußerer Arbeitsleistung. 27. 5. 22. S. 59927.

17a, 8. 460636. Platen-Munters-Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Patent-Anwälte, Berlin SW. 11. Vorrichtung zum Wärmeaustausch zwischen armer und reicher Lösung bei Absorptionskälteapparaten. 10. 12. 26. P. 54170.

17c, 4. 460480. Süddeutsche Eisschrankfabrik Gebr. Weidenkaff, München, Clemensstraße 115. Luftgitter aus Blech mit Schlitzen für Eis- und Kühlschränke. 8. 3. 27, S. 78697.

Löschungen.

17a, 341155, 396880.

17b, 402526.

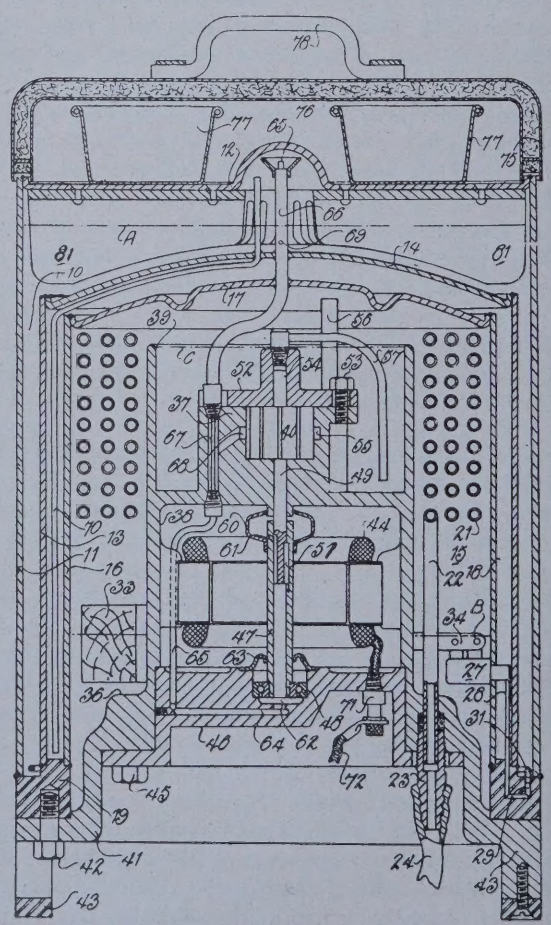
Gebrauchsmuster (Eintragungen).

17a. 1031582. Gebrüder Unger Aktien-Gesellsch., Chemnitz, Lerchenstraße 4. Kühlwasserregler für selbsttätige Kühlanlagen. 2. 4. 28. U. 8892.

17a. 1031596. Gebrüder Unger Aktien-Gesellsch., Chemnitz, Lerchenstr. 4. Oelabscheider für Kühlanlagen. 14. 4. 28. U. 8891.

Auszüge aus den Patentschriften

17a, 1. 453672. Kompressionskältemaschine. Andrew Albert Kucher in Chester, V. St. A. Patentiert vom 24. Oktober 1924 ab.



Gemäß der Erfindung ist der Verdampferraum rings um die Verflüssigungskammer angeordnet, die wiederum den Verdichter und die Antriebsmaschine in solcher Weise umschließt, daß die gesamte Maschine ein einheitliches Gebilde darstellt, das in die Eiskammer einer Hauskühlanlage eingesetzt werden kann.

17a, 3. 453689. Rotierende und kreisende Pumpe. Savage-De Remer Corporation in New York. Patentiert vom 8. Juli 1926 ab.

Die Verbindung zwischen dem kreisenden Verdichter und dem feststehenden Verflüssiger und Verdampfer wird gebildet von einem Paar von biegsamen Metallröhren, von denen die eine die Hochdruckleitung und die andere die Niederdruckleitung bildet. Beide sind so angeordnet, daß sie zur Anpassung an die Pumpenbewegung erforderliche Durchbiegung mehr oder weniger gleichmäßig auf ihre ganze Länge verteilt wird, so daß kein Teil jeder Leitung in größerem Maße verzerrt wird, als er für unbegrenzte Zeitdauer vertragen kann.

Abb. 1.

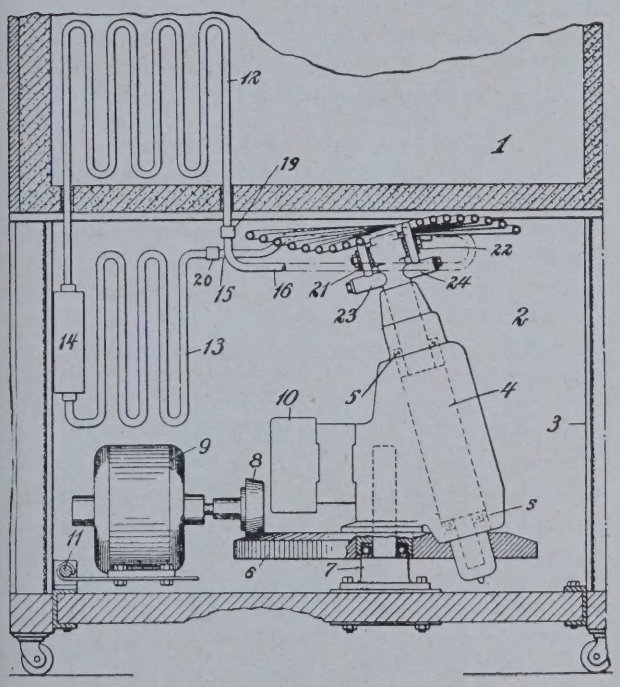
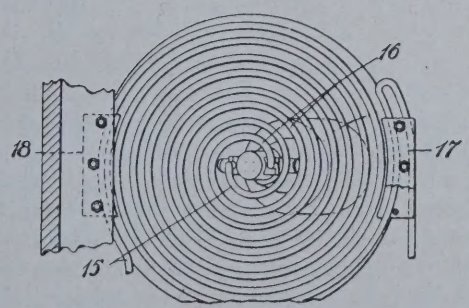


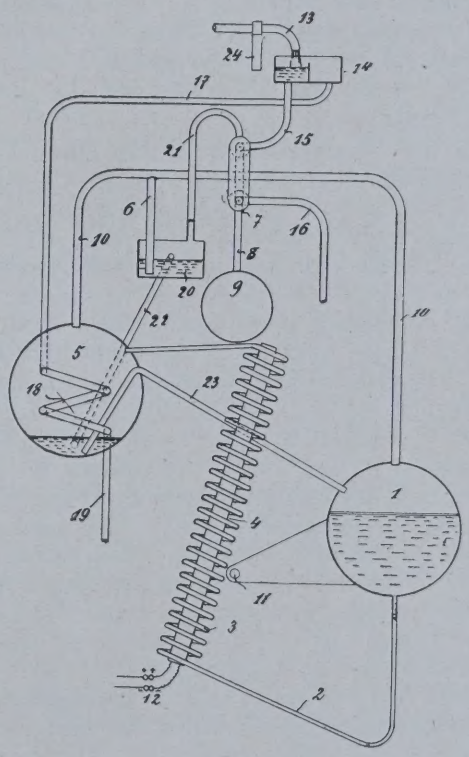
Abb. 2.



Bei der bevorzugten Ausführungsform sind beide in derselben Ebene kontinuierlich gekrümmt oder spiralig gewickelt, und zwar parallel zueinander, derart, daß sie eine flache Doppelspirale bilden, die quer und konzentrisch zur Umlaufachse der Pumpe liegt. Die äußeren Umfangsenden dieser Spiralröhren werden in festen Klammern 17 und 18 gehalten und sind bei 19 und 20 an den entsprechenden Anschlüssen des Verdampfers und Kondensators angeschweißt oder auf andere Weise angeschlossen. Die inneren Enden der Röhren, die vorzugsweise durch diametral einander gegenüberliegende Klemmen 21, 22, diese durchsetzend, gehalten werden, sind in ähnlicher Weise mit den Hoch- und Niederdruckanschlüssen 23 und 24 des Kompressors verbunden. Es wurde gefunden, daß gezogene Stahlröhren Leitungen von für den vorliegenden Zweck genügender Biegsamkeit liefern.

10 Patent-Ansprüche.

17a, 9. 453795. Periodisch arbeitende, um eine unterhalb ihres Schwerpunkts liegende Achse schwingbare Absorptionskältemaschine. Erich Kindermann in Bruck, Mark. Patentiert vom 31. Januar 1925 ab.



Periodisch arbeitende Absorptionskältemaschinen, die um eine unter ihrem Schwerpunkt liegende Achse schwingbar angeordnet sind und bei denen die bei der Austreibungsperiode eintretende Gewichtsentlastung des Kocherabsorbers einerseits und die bei der Anfüllung des Verdampfers mit Kondensat eintretende Gewichtsbelastung andererseits den Kippvorgang einleitet, der die Heizperiode unterbricht und das Kühlwasser umschaltet, sind bekannt. Sie haben den Nachteil, daß der Kippvorgang von dem Gewicht des Verdampfers abhängt, das seinerseits auch durch die Bereifung, durch nutzbare Eiserzeugung oder durch Eintauchen in Wasser oder Sole beeinflußt werden kann, wodurch der Kippvorgang mit der Ein- und Ausschaltung gestört wird.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine periodisch arbeitende Absorptionsmaschine zu schaffen, bei der ebenfalls die Ausschaltung des Heizvorganges und ebenso die Wiedereinschaltung durch einen

Kippvorgang infolge Schwerpunktsverschiebung bei dem Arbeitsvorgang in der Maschine selbst hervorgerufen wird, die aber von den obenerwähnten Störungen frei ist.

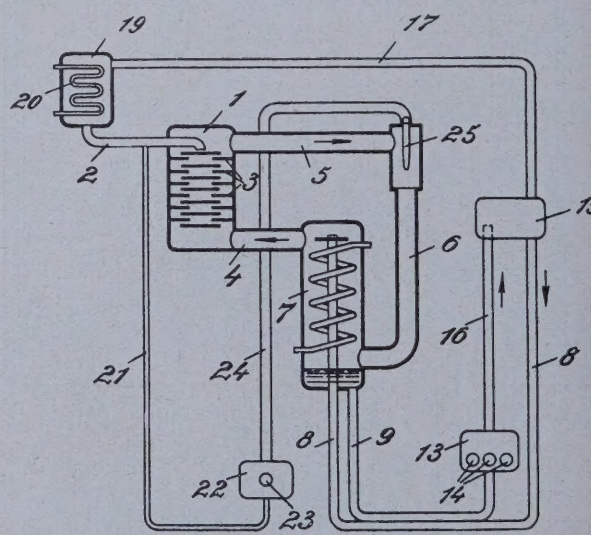
Dieses Ziel wird nach der vorliegenden Erfindung dadurch erreicht, daß die Schwerpunktsverschiebung durch eine Aenderung der Verteilung der Lösung im Kocherabsorber hervorgerufen wird. Um den Kocherabsorber hierzu zweckmäßig auszugestalten, können beispielsweise zwei Behälter mit einem sie verbindenden Siederohr vorgesehen werden. Die Behälter sind zur Aufnahme von Lösung bestimmt, und ihre Gasräume stehen in offener Verbindung miteinander. Die Behälter werden nicht geheizt, sondern die zur Austreibung erforderliche Wärme wird durch eine Heizvorrichtung an das Siederohr abgegeben. Durch die entstehende Dampfbildung wird die Lösung infolge des Siedens in dem Siederohr während der Heizperiode aus dem einen Gefäß in das andere gefördert. Es wird also durch den Siedevorgang eine Aenderung der Verteilung der Lösung zwischen den beiden Behältern bewirkt, und diese Verschiebung des Schwerpunktes wird nun in bekannter Weise zur Unterbrechung des Heizvorganges benutzt.

1 ist der Vorratsbehälter für die reiche Lösung, bevor diese die Heizperiode durchmacht. Sie gelangt durch das Rohr 2 in die Siedespirale 3, die durch einen elektrischen Heizstab 4 geheizt wird. Die entgaste Lösung wird zugleich mit den Dampfblasen in den Behälter 5 geschafft, und in diesem trennt sich die Flüssigkeit von dem Dampf. Der ausgetriebene Dampf geht durch das Rohr 10 und 6 in ein als Flüssigkeitsventil dienendes Waschgefäß 20, von dem aus ein Rohr 21 den Dampf zu dem Kondensator 7 weiterleitet. Das in diesem entstehende Kondensat geht durch eine Rohrleitung 8 in den Verdampfer 9, der zweckmäßigerweise in der Vertikalebene der Drehungsachse liegt. Die Leitung 10 verbindet die Leitung 6 auch mit dem Gasraum des Behälters 1, damit ein Druckausgleich stattfindet und die Flüssigkeit aus 1 ungehindert in die Siedespirale 3 nachströmen kann. Die Maschine ist unterhalb ihres Schwerpunktes im Drehpunkt 11 schwingbar aufgehängt, so daß sie in der Zeichnungsebene um eine zur Zeichnungsebene senkrechte Achse schwingen kann.

Ist durch den beschriebenen Siedevorgang die reiche Lösung aus 1 im wesentlichen entfernt und als arme Lösung in den Behälter 5 gelangt, so wird durch die dadurch veranlaßte Verschiebung des Schwerpunktes die Maschine nach der Seite des Behälters 5 hin aus der gezeichneten Kocherstellung umschlagen, und zwar bis zu dem Anschlag 24, und durch die Unterbrechung des Heizstromes bei 12 die Heizung ausschalten. Gleichzeitig wird das Kühlwasser, das bei 13 in das Verteilungsgefäß 14 einströmt und während der Austreibungsperiode vermittels des Rohres 15 durch den Kondensator 7 geht und durch das Rohr 16 abgeleitet wird, umgeschaltet, so daß es nunmehr durch das Rohr 17 in die Kühlspirale 18 des in dem gezeichneten Beispiele als Absorber dienenden Gefäßes 5 geleitet wird, bis es schließlich durch Rohr 19 abfließt. Von dem Flüssigkeitsventil 20 führt ein Rohr 22 abwärts, das in das Gefäß 5 unten eintritt. Durch dieses Rohr können diejenigen Flüssigkeitsteile, die im Ueberschuß in das Gefäß 20 gelangt sind, in das Gefäß 5 zurückströmen.

Wird nun nach dem Umschlagen der Maschine die im Gefäß 5 enthaltene arme Lösung gekühlt, so entsteht über ihr ein Unterdruck. In dem Rohr 6 steigt dadurch eine diesen Gasweg verriegelnde Flüssigkeitssäule auf, während das in dem Verdampfer 9 sich entwickelnde Gas durch die Rohre 8, 21 und 22 in die Lösung des als Absorber dienenden Behälters 5 gelangt. Durch den Absorptionsvorgang wird die in dem Behälter 5 befindliche Lösung allmählich wieder angereichert, und ihr Volumen schwillt an. Wenn hierbei das Niveau des Heberrohres 23 erreicht ist, dessen Höhe so gewählt wird, daß sie dem vollendeten Absorptionsvorgang entspricht, so wird eine Heberwirkung eintreten, wenn das Gefäß 1 tiefer liegt als das Gefäß 5; und es wird der Inhalt des Gefäßes 5 in wenigen Minuten in den Behälter 1 strömen bzw. hineingehebert werden. Während dieses Vorganges verschiebt sich der Schwerpunkt wieder nach der Seite des Gefäßes 1 hin, und die Maschine wird wieder um ihre Drehungsachse 11 zurückschwingen; die Heizung, die gleichzeitig den Anschlag bildet, schaltet sich damit wieder ein, das Kühlwasser schaltet sich um, und die Austreibungsperiode beginnt von neuem.

17a, 8. 453847. Absorptionsmaschine. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges. in Berlin-Siemensstadt. Patentiert im Deutschen Reiche vom 24. April 1926 ab.



Es ist bekannt, Absorptionsmaschinen ohne bewegte Teile derart zu bauen, daß dem gasförmigen Kältemittel im Absorber und Verdampfer ein nicht absorbierbares Gas beigemischt wird, dessen spezifisches Gewicht sich von dem des Kältemitels unterscheidet. Vorzugsweise wird ein leichteres Gas gewählt. Ordnet man dann den Verdampfer höher an als den Absorber, so entsteht ein Umlauf des Gasgemisches, da das Gemisch im Verdampfer sowohl durch Hinzutritt des schwereren Kältemitels als auch durch Abkühlung schwerer, im Absorber durch die Entfernung des schwereren Kältemittels und durch Erwärmung leichter wird.

Hierbei durchströmt das Gasgemisch den Verdampfer, also von oben nach unten. Es gibt aber viele Fälle, in denen man die umgekehrte Bewegung des Gasgemisches im Verdampfer, d. h. von unten nach oben, vorziehen würde. Denn das flüssige Kältemittel tritt oben in den Verdampfer ein und tropft oder sickert nach unten. Oben ist es am wärmsten, unten am kältesten. Um das flüssige Kältemittel auch bei der tiefstem Temperatur noch zu verdampfen, müßte man es in Berührung bringen mit demjenigen Gasgemisch, in dem das gasförmige Kältemittel auch dann noch verdampft, wenn der Partialdruck des Kältemittels im Gasgemisch infolge Anreicherung schon gestiegen ist. Man müßte also, um thermodynamisch möglichst günstig zu arbeiten, das Gasgemisch im Verdampfer von unten nach oben strömen lassen.

Gemäß der Erfindung wird ein Umlauf in dieser Richtung durch eine Strahldüse eingeleitet. Ist er einmal eingeleitet, so bleibt er, solange Absorber und Verdampfer in Tätigkeit sind, auch in dieser Richtung aufrechterhalten, da das den Verdampfer verlassende, mit Kältemittel angereicherte abwärts strömende Gasgemisch infolge seines größeren spezifischen Gewichtes das leichtere Gasgemisch im Absorber nach oben drückt.

Die Strahldüse wird in an sich bekannter Weise mit Gas betrieben, das aus irgendeinem Gefäß höheren Druckes entnommen wird. Ist der Umlauf dann in der gewünschten Richtung eingeleitet, so kann die Strahldüse außer Tätigkeit gesetzt werden, was ohne irgendwelche bewegte Teile an der Maschine möglich ist, wie das nachfolgende Ausführungsbeispiel zeigen wird. Man kann die Strahldüse aber vorteilhafterweise auch weiter betreiben. Die Gasmenge, die zum Betriebe der Düse erforderlich ist, beträgt nur einen kleinen Bruchteil des stündlich ausgetriebenen Kältemittels. Der Betrieb wird also dadurch, daß ein Teil des Kältemittels verdampft wird, ohne Kälte zu leisten, nicht merkbar verteuert.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel dargestellt. Im Verdampfer I wird die Kälte dadurch erzeugt, daß durch das Rohr 2 zufließendes flüssiges Kältemittel, beispielsweise also Ammoniak verdampft. Es tropft über die Teller 3 durch Verdampfer 1 von oben nach unten hinab, während das an Kältemittel arme und daher leichte Gasgemisch durch das Rohr 4 unten in den Verdampfer eintritt und aufwärts strömt. Hierbei nimmt es das verdampfende Ammoniak auf und gelangt durch die Rohre 5 und 6 in den Absorber 7. Das an Kältemittel reiche Gasgemisch im Rohr 6 übt infolge seines größeren spezifischen Gewichtes einen Druck auf das den Absorber anfüllende leichtere Gasgemisch aus, so daß dieses nach oben steigt. Innerhalb des Absorbers tropft arme Absorptionslösung herab, die durch das Rohr 8 zugeführt wird, sich unten im Absorber sammelt und durch das Rohr 9 wieder abfließt. Die Lösung absorbiert einen großen Teil des Ammoniakgehaltes aus dem Gasgemisch, so daß dieses nur noch geringen Ammoniakgehalt hat, wenn es den Absorber durch das Rohr 4 wieder verläßt. Die angereicherte Lösung fließt aus dem Absorber durch das Rohr 9 in den Kessel 13, der durch Heizpatronen 14 geheizt wird. Durch die Wärmezufuhr wird das Ammoniakgas wieder ausgetrieben. Es strömt durch ein Rohr 16 aufwärts und reißt dabei die Ammoniaklösung mit in einen Gasabscheider 15. Aus diesem gelangt die verarmte Absorptionslösung durch das Rohr 8 wieder in den Absorber 7, während das ausgetriebene Ammoniakgas durch das Rohr 17 in den Kondensator 19 geleitet wird. Hier wird es kondensiert, und die Verdampfungswärme wird durch die Rohrschlange 20 abgeführt. Das Kondensat gelangt durch das Rohr 2 in den Verdampfer 1. Von diesem Rohre zweigt ein Rohr 21 ab, durch das ein geringer Teil des Kondensates in den Kessel 22 gelangt, dem durch ein Heizrohr 23 Wärme zugeführt wird. Infolgedessen verdampft das flüssige Ammoniak, und der Dampf wird durch ein genügend weites Rohr 24 zu der Düse 25 geleitet, die in dem Wege des Gasgemisches angeordnet ist. Das aus dieser Düse austretende Ammoniakgas erzeugt eine Bewegung des Gasgemisches, die durch den Verdampfer 1 aufwärts führt. Die Gasumlaufleitung ist so angeordnet, daß das Gasgemisch auch im Absorber 7 aufwärts strömt. Ist der Gasumlauf einmal eingeleitet, so kann die Düse 25 außer Tätigkeit gesetzt werden, was sehr einfach durch Abstellen der Heizung 23 geschehen kann. Der Gasumlauf bleibt trotzdem in der eingeleiteten Richtung besteheu, da die Gassäule im Rohr 6 ein größeres spezifisches Gewicht behält als in dem Absorber 7 und Verdampfer 1. Wenn es jedoch darauf ankommt, den Umlauf des Gasgemisches vorübergehend oder dauernd besonders lebhaft zu gestalten, so kann die Düse 25 auch in Tätigkeit bleiben um die Wirkung der spezifischen Gewichte noch zu unterstützen. Das hat auch noch den Vorteil, daß bei vorübergehenden unbeabsichtigten Betriebsunterbrechungen, z. B. infolge Ausbleibens des Heizstromes oder des Kühlwassers, die Maschine nicht mit verkehrtem Gasumlauf später wieder weiter arbeitet.

Die Erfindung ist auch dann von Wert, wenn man bei Verwendung eines schweren beigemischten Gases aus irgendeinem Grunde den Gasstrom im Verdampfer abwärts führen will; der Verdampfer muß dabei natürlich tiefer als der Absorber angeordnet werden.

Besondere Bedeutung hat die Erfindung dann, wenn dem Verdampfer 1 nicht flüssiges Ammoniak zugeführt wird, sondern eine mit Ammoniak angereicherte Absorptionslösung, aus der heraus das Ammoniak verdampfen soll. In diesem Falle hat die Frage, ob im Verdampfer Flüssigkeit und Gasgemisch sich im Gegenstrom bewegen, besonders großen Einfluß auf die thermodynamischen Vorgänge.

2 Patent-Ansprüche

17a, 6. 453974. Mehrstufige, mit einer Lauge als Kältemittel betriebene Vakuum-Kältemaschine. Dipl.-Ing. Hans Schmalfeldt in Heringen, Werra. Patentiert vom 3. Mai 1923 ab.

In der chemischen Industrie sind häufig Kühlprozesse erforderlich, die bezwecken, durch Kühlung irgendeiner Lauge bestimmte Salze auszuscheiden.

Für diesen Kühlprozess kann man Wasserdampfkältemaschinen, und zwar am besten mehrstufige Anlagen, verwenden, d. h. also, man kühlt die Lauge erst bis zu einer bestimmten Temperatur ab, die einem bestimmten Vakuum entspricht, lässt die Lauge sodann überfliessen in einen zweiten Apparat und

kühlt hier auf eine tiefere Temperatur, entsprechend einem höheren Vakuum wie im ersten Apparat usw.

Bei allen diesen Prozessen ist das Produkt, das aus der Anlage abfliesst, ein Gemisch von Salz und Lauge, die sogenannte Endlauge, die zwar eine tiefe Temperatur besitzt, aber für den weiteren chemischen Prozeß wertlos ist. Diese Endlauge soll nun für die Niedersshlagung des Brüdens, der in einer Stufe höherer Temperatur erzeugt worden ist, dienen.

In der Zeichnung sind vier Verdampfer v_1 bis v_4 angenommen.

Die Lauge fließt bei o in den ersten Verdampfer v_1, kühlt sich beim Eintreten in den Apparat ab, läuft durch das Verbindungsrohr r_1 in den zweiten Apparat v_2, in welchem das Vakuum besser ist als in v_1 und also entsprechend auch die Abkühlung eine noch weitergehende wird. Von v_2 gelangt die Flüssigkeit weiter durch r_2 in den nächsten Verdampfer v_3. Hier wird die Kühlung noch weitergetrieben usf.

Der Brüden aus dem letzten Verdampfer v_4, also demjenigen Verdampfer, aus dem die Endlauge direkt durch das Rohr i in das Gefäß g_2 läuft, wird durch den Dampfstrahlapparat s_4 verdichtet und durch das Rohr b_4 in den Oberflächenkondensator k_1 gedrückt. In k_1 wird der Wasserdampf durch Oberflächenkondensation niedergeschlagen und die Luft auf irgendeine Weise absaugt.

Der Brüden aus dem Verdampfer v_3 gelangt durch das Rohr b_3 in einen Gegenstrommischkondensator m_3. Der größte Teil des Brüdens aus v_3 wird nun durch die Endlauge, die von der Pumpe p abgesaugt und durch das Rohr c in den Mischkondensator m_3 gehoben wird, niedergeschlagen. Der Rest des Brüdens, zusammen mit der nichtkondensierbaren Luft, wird durch den Dampfstrahlapparat s_3 in eine Sammelleitung gedrücht, die zu einem Oberflächenkondensator k_2 führt. Hierin wird der Restbrüden, zusammen mit dem Betriebsdampf, kondensiert und die Luft auf irgendeine Weise abgesaugt.

Der Strahlapparat s_3 braucht nur einen Bruchteil der Leistung des Strahlapparates s_4 zu besitzen, da, wie schon ausgeführt, der größte Teil des Brüdens durch Mischkondensation bereits niedergdschlagen ist.

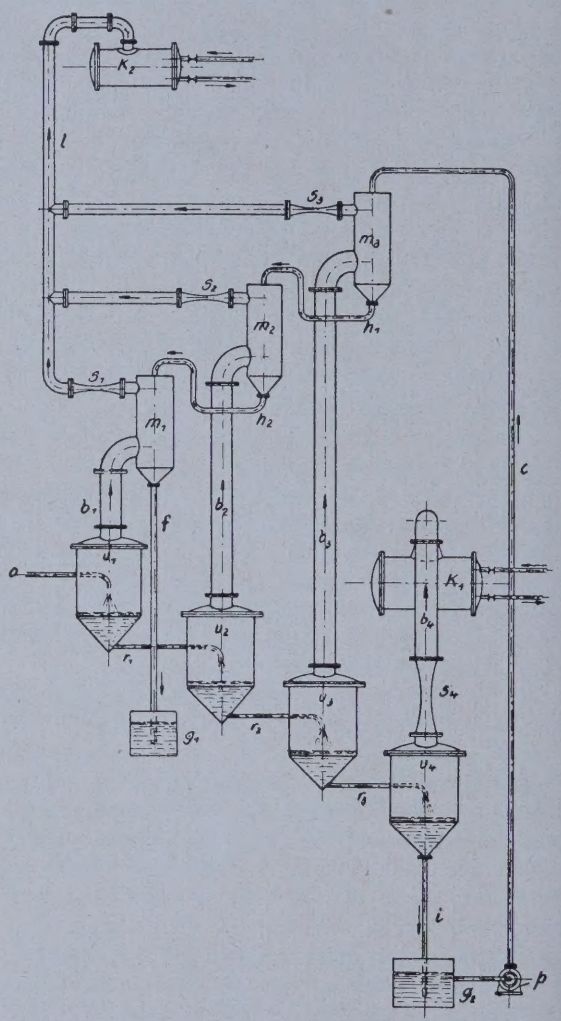
Die aus m_3 abfließende Lauge gelangt durch ein Rohr h_1 in den Mischkondensator m_2, der den Brüden Brüden von v_2 niederschlägt. Wegen des Vakuumunterschiedes zwischen m_2 und m_3 ist h_1 schwanenhalsartig ausgebildet.

Der Restbrüden von m_2 wird wiederum durch den Strahlapparat s_2 in die Sammelleitung s_1 gedrückt und gelangt in den Oberflächenkonsator k_1, wo die Kondensation stattfindet, Bezüglich der Größe von s_2 gilt das über s_3 Gesagte.

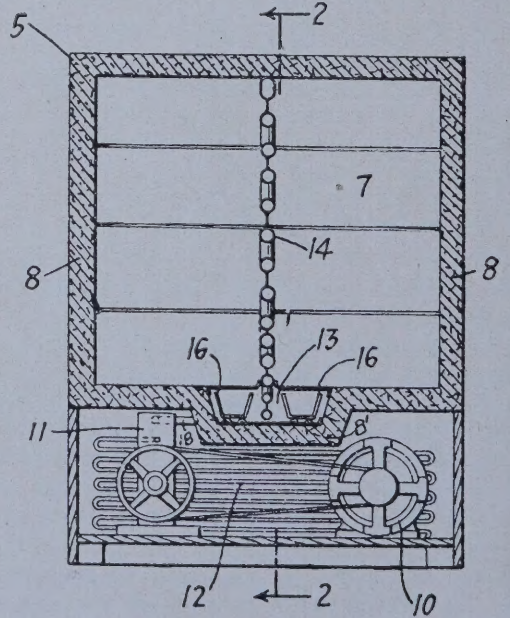
Aus m_2 gelangt schliesslich die Endlauge in den Mischkondensator m_1, der den Brüden aus v_1 niederschlägt. Der Restbrüden wird wiederum zusammen mit der Luft in die Sammelleitung l durch einen Strahlapparat s_1 gedrückt, für den wiederum das gleiche wie für s_2 und s_3 gilt.

Aus m_1 läuft die Endlauge schließlich angewärmt durch das Fallrohr f in das Gefäß g_1.

Die Dampfstrahlapparate s_1 bis s_3 lassen sich natürlich genau so gut durch rotierende Luftpumpen ersetzen. Es muß nur darauf geachtet werden, daß die Schleuderflüssig nicht Wasser, sondern eine Flüssigkeit mit tiefliegendem Siedepunkt ist.



17c, 3. 455073. Kühlschrank mit unterhalb des Kühlraums eingebauter Kältemaschine. Chicago Pneumatik Tool Company in Chicago, V. St. A. Patentiert vom 10. Juli 1926 ab. Die



Priorität der Anmeldung in den Vereinigten Staaten von Amerika vom 1. August 1925 ist in Anspruch genommen.

Patentanspruch:

Kühlschrank mit unterhalb des Kühlraumes eingebauter Kältemaschine und flachem als Scheidewand im Kühlraum dienendem Verdampfer, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlwand (14) in einen im Boden des Kühlraumes ausgesparten Gefrierraum (13) hineinreicht, der gegen den Kühlraum durch einen Deckel abgeschlossen ist.

17d, 5. 455816. Kondensatorrohr. Heraeus-Vacuumschmelze Akt.-Ges. und Dr. Wilhelm Rohn in Hanau a. M. Patentiert im Deutschen Reiche vom 24. November 1925 ab.

Man erhält Kondensatorrohre von hoher Korrosionsbeständigkeit und vielfach längerer Lebensdauer, wenn man zu ihrer Herstellung Legierungen verwendet, die 50 bis 80 Prozent Nickel, 10 bis 40 Prozent Chrom und 0 bis 20 Prozent Eisen sowie daneben evtl. 5 bis 10 Prozent Molybdän oder Wolfram enthalten. Unter Eisen ist möglichst reines Eisen, das entweder gar keinen oder nur Spuren von Kohlenstoff enthält, zu verstehen.

17c, 4. 458019. Kühlanlage. Burmeister-Weiss-Bilger G. m. b. H. in Frankfurt a. M. Patentiert im Deutschen Reiche vom 30. Dezember 1925 ab.

Bei der vorliegenden Erfindung handelt es sich um eine Anlage, bei der die Umführung der Luft ausschließlich durch den Auftrieb der am Kühlgut erwärmten Luft in ansteigenden Kanälen ohne motorische Kraft bewirkt wird. Dabei kommt es darauf an, daß die erwärmte Luft vom Kühlraum nach der Kälteabgabestelle in ansteigenden Kanälen, sich nach der Kälteabgabestelle hin verjüngen und den Kanälen überführt wird. Dadurch wird eine besondere Wirkung erreicht. Bei Kühlanlagen, bei denen die Umführung der Luft lediglich durch deren Eigenbewegung infolge des Auftriebes der erwärmten Luft ohne Ventilatoren stattfindet, besteht nämlich die Gefahr, daß am Austrittsende der vom Kühlraum zur Kälteabgabestelle führenden ansteigenden Kanäle eine Abkühlung der darin emporsteigenden Luft eintritt, so daß die Luft dann nahe dem Austrittsende dieser Kanäle wieder zu fallen sucht und so das Bestreben zeigt, in diesen Kanälen wieder nach dem Eintrittsende hin zurückzufließen. Es besteht dann die Möglichkeit eines Luftumlaufes im Kanal selbst und hieraus folgt ein Widerstand gegen den Austritt der Luft aus den ansteigenden Kanälen in den Kälteraum. Dem wird gemäß der Erfindung dadurch entgegengewirkt, daß die ansteigenden Kanäle sich nach dem Austrittsende hin allmählich verjüngen. Durch diese Verjüngung der Kanäle wird die Geschwindigkeit der Luft in ihnen nach dem Austrittsende hin gesteigert und auf diese Weise der durch die hier auftretende Abkühlung entstehende Widerstand gegen den Austritt der Luft überwunden.

Abb. 1 zeigt einen Grundriß der ganzen Kühlanlage, Abb. 2 einen Schnitt nach der Linie A-B der Abb. 1, Abb. 3 einen Schnitt nach der Linie C-D der Abb. 1, Abb. 4 einen Schnitt nach der Linie E-F der Abb. 1 und Abb. 5 einen Schnitt nach der Linie G-H der Abb. 1.

Vom Eisbehälter a aus tritt die gekühlte Luft unter dem Eise am Boden in den Kühlraum c, wo sich das zu kühlende Gut befindet. Die sich beim Hinüberstreichen über das Gut erwärmende Luft steigt dann infolge ihres Auftriebes im Kühlraum c nach oben.

Die Kühlraumdecke hat nicht nur in der aus Abb. 3 ersichtlichen Weise von den Seiten her nach der Mitte hin Steigung, sondern außerdem auch nach der dem Eisbehälter a abgekehrten Stirnwand e (Abb. 5) des Kühlraumes hin. Durch diese Schrägung der Kühlraumdecke in verschiedener Richtung werden mehrere Führungsflächen oder -rinnen an der Kühlraumdecke gebildet. In der höchst gelegenen Mittelrinne h sammelt sich die leichteste und für die weitere Benutzung verdorbene Luft, und diese wird an den von beiden Enden nach der Mitte ansteigenden Flächen d entlang durch den Kanal g (Abb. 2 und 4) mittels Kaminzug abgesaugt.

Die an den nach der Stirnwand e hin ansteigenden Flächen f entlang streichende, etwas weniger stark erwärmte Luft gelangt am hinteren Ende dieser Flächen durch eine Oeffnung i in der Pfeilrichtung in Kanäle k, die sie in der Pfeilrichtung wieder der Kälteabgabestelle a bei l zuführen. Diese Kanäle k sind (Abb. 1) nach dem in den Raum a mündenden Ende hin konisch verjüngt, derart, daß die Kanäle an ihrem Austrittsende l wesentlich geringeren Querschnitt besitzen als an dem entgegengesetzten Ende. Hierdurch wird die gewünschte Beschleunigung der in den Kanälen k nach der Kälteabgabestelle a zurückfließenden Luft erzielt und so der Luftumlauf in der Kühlanlage wesentlich verbessert.

Beispielsweise können die beiden Kanäle k an der Eintrittsstelle der Luft einen Querschnitt von je 700 qcm und an der Austrittsstelle, also beim Luftkühler bzw. Eisbehälter, einen Querschnitt von nur 460 qcm haben, dadurch erhöht sich der Umlauf um $33^1/_3$ Prozent. Dadurch wird die Luft im Kühlraum kälter und trockener als nach den bisherigen Systemen.

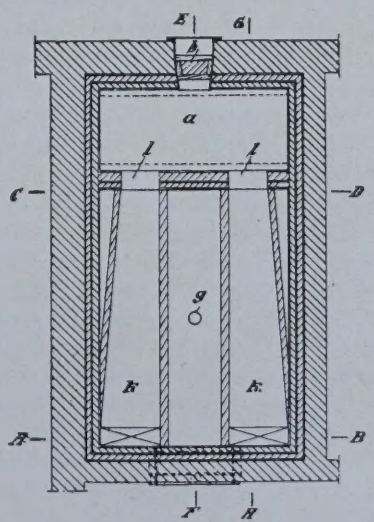


Abb. 1

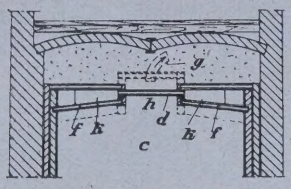


Abb. 2.

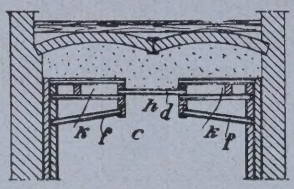


Abb. 3

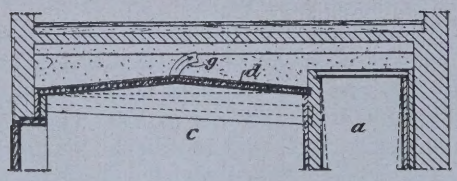


Abb. 4.

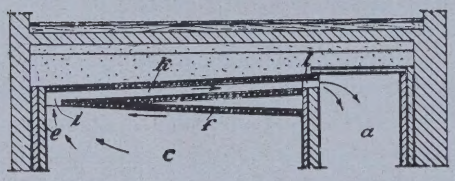
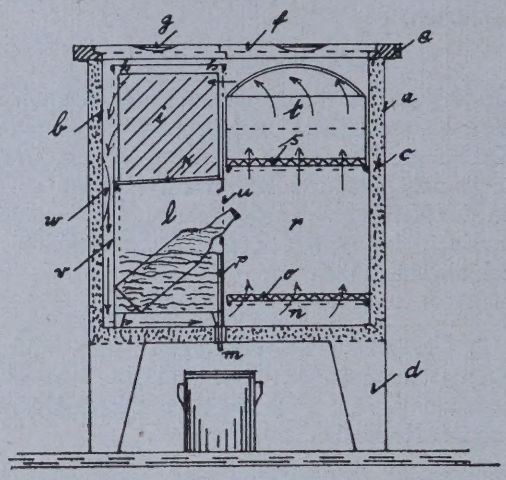


Abb. 5.

17c, 4. 458800. Kühlschrank mit herausnehmbarem Eisbehälter. Wilhelm Rohrbeck in Berlin-Reinickendorf. Patentiert vom 5. April 1927 ab.



Patent-Anspruch:

Kühlschrank mit herausnehmbarem Eisbehälter, der mit dem Schmelzwasserbehälter in metallischer Verbindung steht, und Vorrichtung zur Ausnutzung der Kälte des Schmelzwassers, dadurch gekennzeichnet, daß der unter dem Eisbehälter angeordnete Schmelzwasserbehälter (l) über dem Schmelzwasserspiegel nach dem Kühlraum zu eine seitliche Oeffnung (u) aufweist, die das Einstellen von Flaschen und ähnlichen Gegenständen in das Schmelzwasser ermöglicht.

Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender:	Schriftführer:	Schatzmeister: **E. Brandt,** Direktor
Geh.-Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. **H. Lorenz**	**A. Kaufmann,** Oberingenieur	Berlin NW 21, Rathenowerstr. 53
Technische Hochschule Danzig	Berlin W 35, Blumeshof 14/I	Postscheck-Konto Berlin Nr. 148122

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Ober-Reg.-Rat Prof. Dr. **Fr. Henning,** Berlin.
Arbeitsabtlg. II: Für Bau u. Lieferung von Maschinen, Apparaten. Obmann: Dipl.-Ing. **O. Hippenmeyer,** Obering., Wiesbaden
Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis. Obmann: Veterinärrat Direktor **Dr. Bützler,** Köln

Berliner Kälte-Verein

(Bezirksverein des Deutschen Kälte-Vereins)

Bericht

über die Monatsversammlung am Dienstag, dem 20. März 1928 im Beamtenkasino des Vereinshauses Deutscher Ingenieure, Berlin.

Die Märzsitzung des Berliner Kältevereins, auf der keine Fachvorträge gehalten wurden, vereinte eine große Zahl der Mitglieder bei einem einfachen Abendessen im Beamtenkasino des Vereins Deutscher Ingenieure. Der Vorsitzende hielt eine Ansprache, in der er die Anwesenden herzlich begrüßte, insbesondere den Vorsitzenden des Hauptvereins, Herrn Geheimrat Lorenz-Danzig, der es ermöglicht hatte, diesen Abend im Kreise der Berliner Mitglieder zuzubringen. Des weiteren erinnerte der Redner an die wohlgelungene Märzsitzung des vergangenen Jahres, in der statt eines Vortrages eine allgemeine Aussprache stattgefunden hatte, und ging im Anschluß an einen Ausspruch Carl von Linde auf die Tatsache ein, daß die Mitgliederzahl des Deutschen Kältevereins nicht so groß ist, wie man nach der umfangreichen deutschen Industrie, die Kälte erzeugt oder Kälte verbraucht, erwarten sollte. Er betonte, daß es notwendig sei, das Interesse an den gemeinsamen Fragen zu stärken und gab der Hoffnung Ausdruck, daß dieser Abend besonders dazu beitragen möge, den persönlichen Zusammenhalt der Mitglieder zu festigen.

Herr Oberingenieur Kaufmann machte einige Mitteilungen über den bevorstehenden internationalen Kältekongreß in Rom und hob hervor, daß alle Schwierigkeiten soweit aus dem Wege geräumt seien, daß einer Beteiligung der Mitglieder des Deutschen Kältevereins an dem internationalen Kongreß keine Bedenken mehr entgegenständen.

Herr Geheimrat Lorenz gab dann einige Einzelheiten über das Programm unserer Hauptversammlung bekannt, die vom 22. bis 24. Juni in Danzig stattfinden wird. Er wies darauf hin, daß die in Aussicht stehenden Vorträge und geselligen Veranstaltungen einen guten Verlauf der Versammlung erwarten lassen.

Der Schriftführer: J. Schindler

Dem vorliegenden Heft liegt ein Prospekt der **J. G. Farbenindustrie, Aktiengesellschaft, Ludwigshafen a. Rhein,** bei und ein Merkblatt der **Danziger Verkehrszentrale, Danzig.**

Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1893 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

Schriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W.
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

7. Heft **Berlin W. 9, im Juli 1928** **35. Jahrgang**

Inhalt:

Abhandlungen, Vorträge, Berichte. Wärmedehnung des Eises zwischen 0 und —253°. Von M. Jakob und S. Erk. S. 125. — Die Berechnung der Absorptionskältemaschine. Von Prof. Dr. Ing. Friedrich Merkel, Dresden. S. 130. — Bericht über die Vorträge auf dem Gebiet des Wärme- und Kälteschutzes bei dem 5. Internationalen Kältekongreß in Rom. Von Dr.-Ing. I. S. Cammerer. S. 135. — Der Weltgefrierfleischhandel im Jahre 1927. (Jahresbericht der Firma Weddel). S. 136. — Die Beschlüsse des V. Internationalen Kältekongresses in Rom. S 138. —

Zeitschriftenbericht. S. 141. — **Bücherbericht.** S. 143.

Berichtigung. S. 144 — **Zuschrift an die Schriftleitung.** S. 144. —

Deutscher Kälte-Verein. S. 144. —

Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

Wärmedehnung des Eises zwischen 0 und —253°.

Von M. Jakob und S. Erk.[1])

(Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt).

1. Stand der Kenntnis von der Wärmedehnung des Eises.

Die Wärmedehnung des Eises ist zwischen 0 und —20° wiederholt gemessen worden, nämlich von Struve[2]), Petterson[3]), Nichols[4]), Vincent[5]) und Armstrong[6]); im Bereich der tieferen Temperaturen aber war bisher nur der Mittelwert zwischen 0 und —190° nach Beobachtungen von Armstrong[6]) und von Dewar[7]) bekannt. Aus den Ergebnissen dieser Messungen, die in Tafel 1 zusammengestellt und in Abb. 4 (S. 128) abhängig von der mittleren Temperatur eingetragen sind, geht hervor, daß die Wärmedehnungszahl von Eis größer ist als irgendeine an einem anorganischen Stoff bisher gemessene und daß sie mit sinkender Temperatur sehr stark abnimmt. Näheres über den Verlauf dieser Abnahme, insbesondere bei noch tieferer Temperatur weiß man aber nicht. Die Kenntnis von der Wärmedehnung des Eises zu verbessern und zu erweitern, ist der Zweck der vorliegenden Untersuchung.

[1]) Teilweise vorgetragen im Berliner Kälte-Verein am 21. Februar 1928.

[2]) W. Struve. Mém. Acad. Pét. (6), **4**, 297; 1850 (s. Fortschr. Phys. **6**, 48; 1850).

[3]) Petterson, Vega-Expedition, Bd. 2, Stockholm 1883.

[4]) E. L. Nichols, Phys. Rev. **8**, 184; 1899.

[5]) J. H. Vincent, Proc. Royal Soc. **69**, 422; 1902.

[6]) H. E. Armstrong, Proc. Royal Inst. **19**, 389; 1911.

[7]) J. Dewar, Proc. Royal Soc. **70**, 236; 1902.

Tafel I.

Mittlere lineare Wärmedehnungszahl ß von Eis.

Beobachter	Temperaturbereich	Mittlere Temper.	ß. 10^6
Struve . . .	— 27 bis — 2°	—14,5°	51,4
Petterson . .	— 4 bis — 3°	— 3,5°	57
Petterson . .	— 12 bis — 2°	— 7°	53
Petterson . .	— 17 bis —10°	—13,5°	55
Nichols . . .	— 8 bis —12°	—10°	54
Vincent . . .	— 10 bis 0°	— 5°	50,7
Armstrong . .	— 20 bis 0°	—10°	51,7
Armstrong . .	—185 bis 0°	—92,5°	27
Dewar . . .	—189 bis 0°	—94,5°	27

2. Versuchsverfahren.

Wir haben uns die Aufgabe gestellt, die Wärmedehnung des Eises in kleinen Temperaturschritten zu verfolgen und als Methode die Messung der Längenänderung eines Eisstabes mit Dilatometern nach Henning[1]) gewählt. Herr Dr. H. Ebert hat uns solche Dilatometer, mit denen er selbst an der Reichsanstalt Messungen bei tiefen Temperaturen ausgeführt hat,[2]) zur Verfügung gestellt. Hierfür und für freundliche Unterstützung bei unseren Messungen danken wir ihm hiermit bestens.

Das Dilatometer, das wir bis zu den tiefsten Temperaturen verwendet haben, ist in Abb. 1 dargestellt. In ein Rohr a aus Quarzglas ist am unteren zugeschmolzenen Ende eine geschliffene Spitze b aus demselben Stoff eingeschmolzen. Auf diese Spitze wird ein passender Eisstab c gestellt, der einen unten ebenfalls zu einer Spitze abgeschliffenen Stab d aus Quarzglas trägt. Dieser Stab und das äußere Rohr sind an ihren oberen Enden so angeschliffen, daß die Schliffebene durch die gemeinsame Achse geht. Auf den angeschliffenen Flächen sind bei e Strichmarken von 0,5 mm Abstand eingeätzt. Mit dem Fadenmikrometer eines Mikroskops wird der vertikale Abstand eines Striches am Stab d von den benachbarten Strichen am äußeren Rohr a bestimmt, und

[1]) F. Henning, Ann. d. Phys. (4), **22**, 631; 1907.

[2]) H. Ebert, Zs. f. Phys. **47**, 712; 1928.

zwar zum Ausgleich einer etwa vorhandenen Schräglage von d für mehrere Teilstriche auf beiden Seiten des Rohres. Aus der Veränderung des genannten Abstandes bei verschiedenen Temperaturen ergibt sich die Längenänderung des Versuchsstabes, allerdings zunächst erst relativ gegen ein gleich langes Stück des äußeren Quarzglasrohres. Da man aber dessen Längenänderung, die übrigens im Vergleich zu der des Eises sehr klein ist, kennt[1]), kann man daraus die wirkliche Längenänderung herechnen.

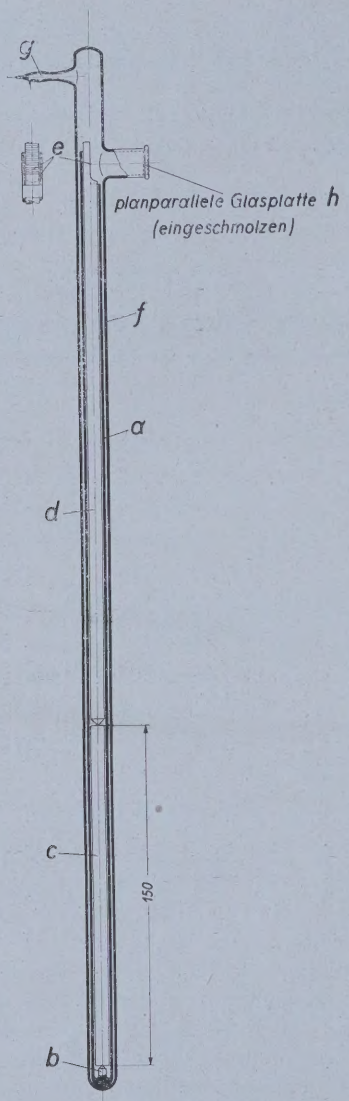


Abb. 1. Dilatometer nach Henning.

Für Temperaturen unterhalb der Erstarrungstemperatur der Luft mußte das ganze Dilatometer in eine Wasserstoffatmosphäre gebracht werden, die gleichzeitig den Vorzug guter Wärmeleitung bietet. Das Dilatometer wurde in das Glasrohr f eingeschmolzen, das durch den Füllansatz g nach mehrmaliger Spülung mit Wasserstoff gefüllt wurde. Die Stellung der Marken wurde jetzt durch das angeschmolzene Fenster h beobachtet.

Die nur bis -189^0 ausgedehnten Messungen an dem Eisstab 1 (s. unten) wurden mit einem aus Jenaer Glas 1656^{III} bestehenden Dilatometer durchgeführt, das genau so konstruiert war wie das Quarzglasdilatometer. Nur war das bei dieser Versuchsreihe unnötige Schutzrohr f weggelassen.

Zur Einstellung unveränderlicher Temperaturen zwischen 0 und -120^0 diente der in Abb. 2 dargestellte Thermostat, der ebenfalls von Henning[1]) angegeben und bereits früher benutzt worden ist. In einem Vakuummantelgefäß a mit versilberten Wänden befindet sich Petroläther, der bis etwa -120^0 dünnflüssig bleibt. In einem flüssige Luft

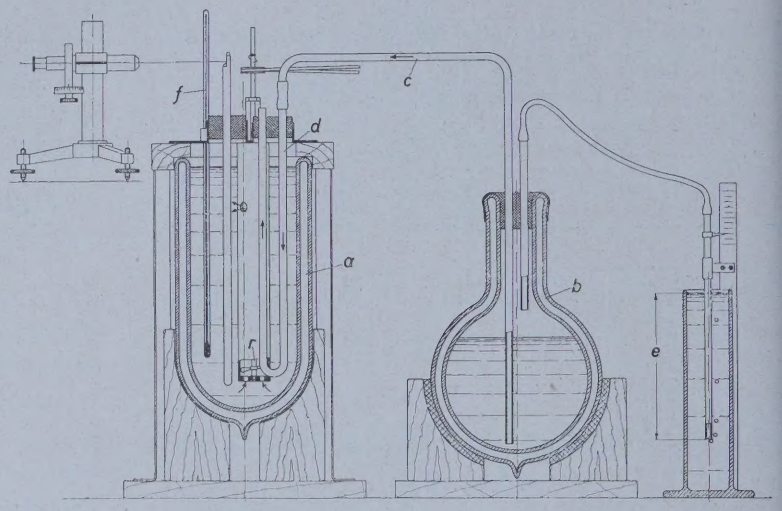


Abb. 2. Versuchsanordnung

enthaltenden Vorratsgefäß b wird ein bestimmter Druck dadurch konstant gehalten, daß man dauernd etwas von der verdampfenden Luft gegen eine beliebig einstellbare Wassersäule e ausperlen läßt. Auf diese Weise wird ein konstanter, genau einstellbarer Strom flüssiger Luft durch den Vakuummantelheber c in das Glasröhrchen d gedrückt. Die Luft in d verdampft und kühlt dadurch das Bad ab. Zur Verbesserung des Wärmeüberganges ist in das Glasrohr d eine Spirale aus Kupferdraht gelegt. Der Rührer r sorgt für gute Durchmischung des Petroläthers, dessen Temperatur mit einem Pentanthermometer f gemessen wird. Das Dilatometer wurde so weit in das Bad eingetaucht, daß die Teilung eben noch sichtbar war.

Für die Messungen bei den Siedepunkten der flüssigen Luft und des flüssigen Wasserstoffes wurde das Dilatometer in ein hohes Dewargefäß gesteckt, das mit dem verflüssigten Gas gefüllt und oben mit Watte und Asbest bedeckt war. Die Temperatur der flüssigen Luft wurde mit dem Pentanthermometer gemessen, die des Wasserstoffs aus dem Siededruck berechnet. Die Messungen bei -195^0 wurden in flüssigem Stickstoff ausgeführt. Das Dilatometer war dabei gasdicht in ein Gefäß eingesetzt, in dem die Temperatur durch Absaugen des verdampfenden Gases bis auf etwa -208^0 erniedrigt werden konnte. Bei dieser Temperatur wurden ebenfalls Messungen ausgeführt. Die Temperaturen wurden hierbei mit einem Platinwiderstandsthermometer gemessen. Die verflüssigten Gase (darunter 8 l Wasserstoff) wurden uns von dem Kältelaboratorium der Reichsanstalt zur Verfügung gestellt.

[1]) Wärmetabellen der Phys. Techn. Reichsanstalt F. Vieweg, Braunschweig 1919.

[1]) F. Henning, Zs. f. Instrkde. **33**, 33; 1913.

3. Herstellung der Versuchsstäbe.[1])

Die Versuchsstäbe wurden in der Weise hergestellt, daß einige Lagen Papier über ein Rohr von entsprechender Dicke (5 mm beim Quarz, 11 mm beim Glasgerät) gerollt und miteinander verklebt wurden. Nach Entfernung des Rohres wurde die Papierröhre an einem Ende verschlossen, mit Paraffin getränkt, mit ausgekochtem destilliertem Wasser gefüllt und in einer Glasröhre stehend in das auf etwa 0° abgekühlte Temperaturbad eingehängt. Dieses wurde dann langsam auf etwa — 15° gebracht. Nach 1 bis 2 Stunden war das Wasser gefroren. Der Stab wurde nun herausgenommen und unter ständiger Kühlung mit flüssiger Luft auf passende Länge (etwa 140 bis 160 mm) geschnitten. Nachdem dann das Papier entfernt war, wurden an den beiden Enden kleine, 0,1 mm dicke Plättchen aus Federstahl angefroren, damit sich die Spitzen des Dilatometers nicht in das Eis eindrückten. Nun wurde der Stab in das vorgekühlte Dilatometer geschoben und dieses in das Temperaturbad gehängt. Wichtig war, daß die Oberfläche des Stabes während der gesamten Zurichtung an keiner Stelle zu schmelzen anfing, da sie sonst an dem Dilatometer festfror.

Die Stäbe waren vor Beginn des Versuches klar und frei von Luftblasen, mit Ausnahme einer schmalen Zone um die Achse herum, die infolge ausgeschiedener Luftblasen trübe aussah. Nach den Versuchen zeigten die Stäbe eine Anzahl Sprungflächen quer und schräg zur Achse, die aber den Zusammenhalt des Stabes nicht schwächten. Dies folgt daraus, daß es nicht gelang, die Stäbe nach einer dieser Sprungflächen zu brechen.

4. Versuchsergebnisse.

An drei verschiedenen Stäben (mit Nr. 1, 2 und 4 bezeichnet) wurden vollständige Versuchsreihen durchgeführt, außerdem 14 Messungen an einem Stab (Nr. 3), die qualitativ mit den anderen Messungen übereinstimmten, aber nicht zur Berechnung der Wärmedehnung benutzt werden konnten, da der Stab im unteren Drittel am Dilatometerrohr festgefroren war; die Länge des frei beweglichen Teiles des Stabes war daher nicht bekannt.

In Tafel II sind die Versuchsergebnisse zusammengestellt. Die Spalte mit der Bezeichnung Δl enthält die wirklichen Längenänderungen der untersuchten Stäbe in Millimetern, umgerechnet auf 1 m Länge und bezogen auf eine gemeinsame Anfangstemperatur, nämlich 0°. In der mit δl bezeichneten Spalte stehen die Längenänderungen der benutzten Dilatometer, ebenfalls umgerechnet auf 1 m Länge und bezogen auf den Nullpunkt der jeweiligen Versuchsreihe.

In Abb. 3 sind die Werte der Tafel II eingetragen und die Versuchsnummern beigeschrieben. Diese Nummern geben gleichzeitig die zeitliche Folge der Messungen an. Man erkennt, daß die Messung unabhängig von der vorhergehenden Abkühlung oder Erwärmung des Stabes immer wieder genau die gleiche zu einer beliebigen Temperatur gehörige Länge ergibt. (Man verfolge z. B. den Verlauf der Dehnung bei den Messungen 1, 5 und 8 oder 9, 11 und 15 oder 10 bis 14 oder 18, 20, 22 oder 20, 22, 23). Hiernach war der größte Fehler unserer Längenmessungen etwa 0,01 mm.

Durch die Versuchspunkte wurden für den Stab 1 und die beiden Stäbe 2 und 4 ausgleichende Kurven A und B gelegt. Die Abweichungen der einzelnen Punkte von den zugehörigen Kurven sind im allgemeinen sehr gering. Nur die Punkte 24 bis

Tafel II.

Längenänderung der untersuchten Eisstäbe.

Datum	Versuchs-Nr.	t [°C]	Δl [mm]	δl [mm]
		Stab Nr. 1		
19. 7. 27	1	— 21,5°	—1,150	0
,,	2	— 61,9	—3,092	—0,150
20. 7. 27	3	— 33,6	—1,786	—0,065
,,	4	—100,2	—4,417	—0,215
,,	5	—189,7	—6,015	—0,275
21. 7. 27	6	— 56,1	—2,713	—0,140
,,	7	—119,0	—4,945	—,0250
23. 7. 27	8	— 21,6	—1,150	0
		Stab Nr. 2		
27. 7. 27	9	— 39,0°	—2,020	0
,,	10	—191,4	—6,305	+0,035
,,	11	—252,8	—6,096	+0,091
,,	12	—191,7	—6,288	+0,035
,,	13	—252,8	—6,176	+0,091
,,	14	—189,4	—6,255	+0,035
,,	15	— 40,5	—2,080	0
		Stab Nr. 4		
12. 3. 28	16	— 17.2°	—0,82	0
,,	17	— 41,9	—1,990	—0,006
13. 3. 28	18	— 5,8	—0,368	+ 0,004
,,	19	— 81,4	—3,822	—0,012
,,	20	—118,4	—5,128	—0,008
14. 3. 28	21	— 26,2	—1,317	—0,002
,,	22	— 6,6	—0,425	+ 0,004
15. 3. 28	23	—119,3	—5,158	—0,008
,,	24	—187,1	—6,188	+ 0,022
,,	25	—252,8	—5,738	+ 0,082
,,	26	—187,1	—6,243	+ 0,022
,,	27	—252,8	—6,188	+ 0,082
,,	28	—187,1	—6,213	+ 0,022
,,	29	— 94,8	— 4,445	—0,010
16. 3. 28	30	— 39,7	—1,943	—0,006
,,	31	—195,7	—6,090	+ 0,030
,,	32	—208,0	—6,411	+ 0,039
,,	33	—194,3	—6,170	+ 0,030
,,	34	—207,0	—6,391	+ 0,039

[1]) Diese Arbeiten, die erhebliche Geduld und Geschicklichkeit erforderten, führte der Technische Obersekretär Diemke aus, der auch an allen Messungen teilnahm.

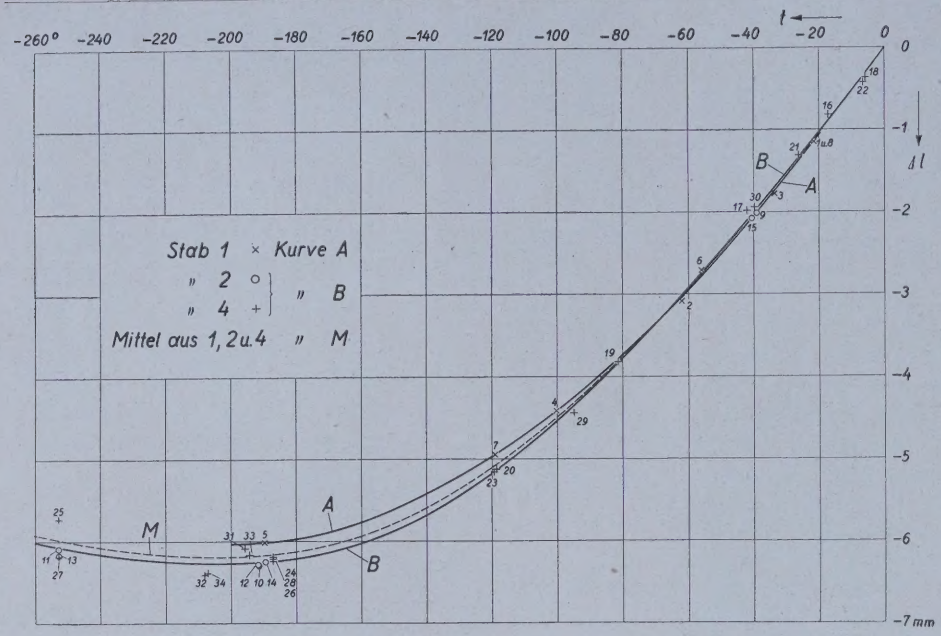


Abb. 3 Wärmedehnung von Eisstäben (bezogen auf 1 m Stablänge).

33 zeigen größere Streuung. Beim Einschmelzen des Dilatometers in die Wasserstoff-Atmosphäre brach nämlich am 15. 3. 28 ein Stück des äußeren Dilatometerrohres ab, sodaß die Teilung nur mehr auf einer Seite abgelesen werden konnte. Daher enthalten die am 15. und 16. 3. ausgeführten Beobachtungen den Fehler, der durch die geringe veränderliche Schräglage des Stempels verursacht werden kann.

Die Kurven A und B weichen nur wenig voneinander ab, bei der in der Nähe von —200° beobachteten größten Längenänderung von etwa 6,5 mm (bezogen auf 1 m Stablänge) um etwa 4%. Die Stäbe müssen also bei dem beschriebenen Herstellungsverfahren recht gleichmäßig in der Struktur ausgefallen sein.

Aus den Kurven A und B ist die Mittelkurve M gewonnen worden, wobei B (als das Ergebnis der Messungen an zwei Stäben) mit dem doppelten Gewicht berücksichtigt wurde. Aus der Kurve M endlich wurde rechnerisch und durch graphischen Ausgleich die lineare Wärmedehnungszahl in der Stabrichtung

$$\beta = \frac{\Delta l}{\Delta t}$$

bei Temperaturschritten Δt von je 20° (zwischen —240 und —250° von 10°) bestimmt. Die Ergebnisse sind durch eine Kurve in Abb. 4 dargestellt, die bis zum absoluten Nullpunkt extrapoliert ist. Hierauf wird im nächsten Abschnitt näher eingegangen werden. Tafel III enthält von 10 zu 10° interpolierte Werte von β.

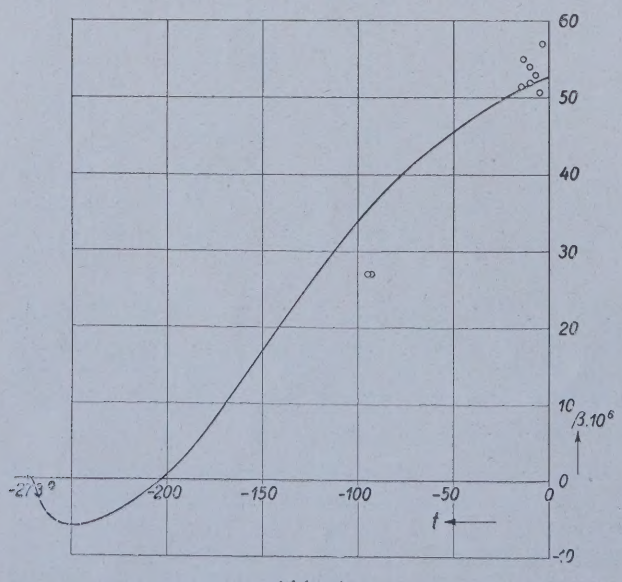


Abb. 4.
Lineare Wärmedehnungszahl von Eisstäben.

Tafel III.

Lineare Wärmedehnungszahl β von Eisstäben.

Temp.	$\beta\ 10^6$	Temp.	$\beta\ 10^6$
0°	52,7	—140	20,4
— 10	51,7	—150	16,8
— 20	50,5	—160	13,0
— 30	49,0	—170	9,5
— 40	47,4	—180	6,3
— 50	45,6	—190	3,3
— 60	43,7	— 200	0,8
— 70	41,5	—210	—1,3
— 80	39,2	—220	—3,3
— 90	36,7	—230	—4,5
—100	33,9	—240	— 5,5
—110	30,6	—250	—6,1
—120	27,3		
—130	23,9		

5. Diskussion der Versuchsergebnisse.

Besonders bemerkenswert ist, daß die lineare Wärmedehnungszahl in Richtung der Stabachse unterhalb etwa —200° negativ wird. Da unsere Messungen relativ zu Quarzglas ausgeführt wurden, ist es erforderlich, die vorhandenen und unserer Auswertung zugrundegelegten Angaben über die Wärmedehnung des geschmolzenen Quarzes einer Prüfung zu unterziehen. Scheel und Heuse[1]) haben verschiedene Körper aus Quarzglas nach der Interferenzmethode von Fizeau untersucht. Dabei haben sich quantitative Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchskörpern ergeben; qualitativ zeigten aber alle Messungen das gleiche Bild: zwischen etwa —50 und —90° wird die Ausdehnungszahl von Quarzglas negativ. Nun

[1]) Literatur und Zahlenangaben s. Wärmetabellen der Phys.-Techn.-Reichsanstalt. S. 24 und 25.

ist aber die Wärmedehnung des Quarzes an sich sehr gering, wie aus Tafel II zu ersehen ist. Selbst ein beträchtlicher Fehler der Zahlen, die der Auswertung zugrundegelegt wurden, könnte daher das Ergebnis unserer Messungen nur quantitativ etwas verschieben.[1])

Die Erscheinung, daß bei sehr tiefen Temperaturen eine Erwärmung des Eisstabes eine Zusammenziehung in der Stabachse bewirkt, ist aber auch garnicht so unwahrscheinlich, wie man auf den ersten Blick meinen möchte. Grüneisen und Goens[2]) haben die gleiche Beobachtung an Einkristallen aus Zink und Cadmium gemacht. Diese beiden Metalle kristallisieren, ebenso wie Eis, im hexagonalen System. Die eine, als hexagonale Achse bezeichnete Richtung ist also ausgezeichnet, während die drei anderen,

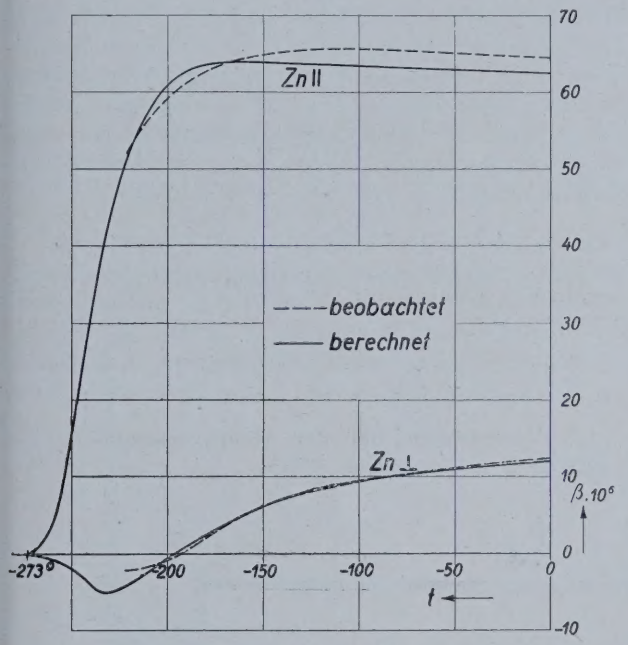


Abb. 5
Wärmedehnungszahlen von Zinkkristallen (parallel und senkrecht zur Hauptachse) nach Grüneisen und Goens.

dazu senkrecht stehenden Kristallachsen untereinander gleichwertig sind. Grüneisen und Goens züchteten nun Einkristalle in Stabform, bei denen die hexagonale Achse aller Einzelkristalle einmal senkrecht, das andere Mal parallel zur Stabachse gelegen war. Aus theoretischen Erwägungen heraus kann man nun, in Uebereinstimmung mit Untersuchungen über die elastische Dehnbarkeit, folgern, daß bei sehr tiefen Temperaturen eine Zufuhr von Wärmeenergie nur eine Ausdehnung der Kristalle parallel zur hexagonalen Achse bewirkt, während senkrecht dazu zunächst keine Energie aufgenommen wird. Die Ausdehnung parallel zur hexagonalen Achse bewirkt aber eine elastische Querkontraktion senkrecht dazu. Haben nun alle Einzelkristalle, aus denen ein Stab besteht, eine bestimmte Lage gegenüber der Stabachse, so ist die Aenderung der Stablänge hierdurch bedingt. Liegt z. B. die hexagonale Achse aller oder wenigstens der meisten Einzelkristalle senkrecht zur Stabachse, so muß infolge der erwähnten Querkontraktion bei Wärmezufuhr in der Nähe des absoluten Nullpunktes die Stabachse sich zunächst verkürzen. Erst bei weiterer Temperaturerhöhung wird auch eine Ausdehnung der einzelnen Kristalle senkrecht zur hexagonalen Achse, also eine Verlängerung des Stabes erfolgen.

Abb. 5 zeigt den von Grüneisen und Goens auf Grund der oben erwähnten Theorie berechneten Verlauf der Hauptausdehnungszahlen von Zink, der mit ihren Beobachtungen sehr gut übereinstimmt. Ihre Kurven münden, der Forderung des Nernstschen Wärmetheorems entsprechend, mit horizontaler Tangente in den absoluten Nullpunkt der Temperatur ein. In gleicher Weise haben wir unsere Kurve für Eis (Abb. 4) extrapoliert.

Die Bezeichnungen Zn ⊥ und Zn ∥ in Abb. 5 beziehen sich auf die Lage der hexagonalen Achse der Einkristalle zur Stabachse. Die Aehnlichkeit der Kurve Zn ⊥ mit unserer Kurve in Abb. 4 ist unverkennbar. Man müsste aus dem Vergleich geradezu darauf schließen, daß die meisten Einzelkristalle in den von uns untersuchten Stäben regelmäßig angeordnet waren und zwar so, daß die hexagonale Achse senkrecht zur Stabachse lag.

Wir untersuchten den Stab 4 und mehrere auf gleiche Weise hergestellte Stäbe mit freundlicher Unterstützung der Herren Prof. Schönrock und Dr. Einsporn im polarisierten Licht eines Nörrenbergschen Polarisationsmikrops, konnten aber keine regelmässige Kristatlanordnung feststellen. Das schließt aber deren Vorhandensein nicht völlig aus. Es läßt sich z. B. denken, daß die meisten einzelnen Kristalle so liegen, daß zwar ihre Hauptachsen sämtlich senkrecht zur Stabachse gerichtet sind, aber nicht untereinander parallel, wie bei den Zinkkristallen von Grüneisen und Goens, sondern strahlenförmig um die Achse gruppiert. Diese Anordnung würde keinen optischen Effekt geben, da die hexagonalen Achsen der einzelnen Kristalle nicht gleich gerichtet sind. In Bezug auf die Wärmedehnung müßte sich aber derselbe Verlauf ergeben wie nach Kurve Zn ⊥ in Abb. 5. Wären alle Kristalle gleichgerichtet, so müßte die Kurve für die lineare Wärmedehnungszahl eines kristallinen Körpers zwischen den beiden Grenzkurven β ⊥ und β ∥ verlaufen. Ob sie sich im Verlauf mehr der einen oder mehr der anderen Grenzkurve annähert, kommt auf die vorherrschende Richtung der hexagonalen Achse an. Da unsere Stäbe jedesmal in der gleichen Weise, durch langsames, vorwiegend radiales Gefrieren von außen nach innen hergestellt wurden, ist es wohl möglich, daß jedesmal annähernd die gleiche Anordnung der Kristalle eintrat, umsomehr, als sich bekanntlich die hexagonale Achse mit Vorliebe in der Gefrierrichtung einstellt. Dies würde tatsächlich die vermutete strahlenförmige Anordnung senkrecht zur Stabachse ergeben. Vielleicht kann auf diese Weise auch die geringe Abweichung der Längenänderung des Stabes 1 gegenüber Stab 2 und 4 (Abb. 3) erklärt werden. Stab 1 war nämlich etwas dicker und daher möglicherweise weniger gleichmäßig zusammengesetzt wie die beiden Stäbe 2 und 4.

Wir haben nun endlich noch unsere Versuchsergebnisse mit denen anderer Beobachter zu ver-

[1]) Auch H. Ebert (a. a. O.) hält auf Grund einer eingehenden Kritik der vorliegenden Literatur die Angaben von Scheel und Heuse für hinreichend zuverlässig.

[2]) E. Grüneisen und E. Goens, Zs. f. Phys. **29**, 141; 1924.

gleichen. Die zwischen 0 und —20° vorliegenden Beobachtungen stimmen sämtlich auf mindestens 5 % mit den unsrigen überein. Weitere Schlüsse sind nicht möglich, weil Angaben über die Gefrier- oder Achsenrichtung meistens fehlen oder die Versuchsgenauigkeit zu gering ist.

Die Bestimmung der mittleren Wärmedehnungszahl zwischen 0 und — 189° durch Dewar[1]) ergibt einen beträchtlich kleineren Wert als aus unserer Abb. 4 für die mittlere Temperatur von —94,5° folgt. Dewar hat aber seiner Untersuchung eine indirekte Volumenbestimmung zugrundegelegt, deren Genauigkeit zweifelhaft ist, und zudem nur die räumliche Wärmedehnungzahl α gemessen und daraus die lineare nach der Gleichung

$$\alpha = 3\,\beta$$

berechnet. Diese Gleichung darf jedoch nur für isotrope Stoffe oder solche, die nach dem regulären oder kubischen System kristallisieren, verwendet werden. Für das hexagonale System gilt die Gleichung

$$\alpha = (\beta \parallel) + 2\,(\beta \perp)$$

Wir beabsichtigen, die Messungen später fortzusetzen, insbesondere die Züchtung von Eis-Einkristallen zu versuchen. Dabei könnte man etwa in der Weise vorgehen, daß man die als Form für die Stäbe dienenden Papierröhrchen mit ihrem unteren offenen Ende auf eine gekühlte Metallplatte aufsetzt und bei gutem Wärmeschutz an den Seiten ein Gefrieren in achsialer Richtung erzwingt.

[1]) J. Dewar, a. a. O.

Zusammenfassung. Die Längenänderung zylindrischer Stäbe aus Eis wurde bei Temperaturen zwischen 0 und —253° gemessen. Hieraus wurde die lineare Wärmedehnungszahl β in Richtung der Stabachse berechnet (siehe Tabelle 3). Unterhalb —200° wird β negativ. Diese Erscheinung läßt darauf schließen, daß die Mehrzahl der Einzelkristalle in den untersuchten Stäben mit der hexagonalen Achse senkrecht zur Stabachse lagen.

Die Berechnung der Absorptionskältemaschine

Von Professor
Dr. Ing. Friedrich Merkel, Dresden[1])

Bei den meisten mit Wärmeumsetzungen verbundenen technischen Prozessen führt die Aufstellung von »Wärmebilanzen« unter Anwendung des Wärmeinhaltes zu besonders einfachen und übersichtlichen Berechnungsverfahren. Ich will im Folgenden zeigen, dass dieser für Kompressionskältemaschinen schon längst eingeschlagene Weg auch für Absorptionskältemaschinen wesentliche Vorteile bietet.

Die Absorptionskältemaschine

Abbildung 1 zeigt das grundsätzliche Schema einer Absorptionskältemaschine. Verflüssiger a, Verdampfer b und Regulierventil c entsprechen genau den gleichen Teilen einer Kompressionskältemaschine. Dagegen ist an Stelle des mechanischen ein »thermischer« Kom-

[1]) Vorgetragen bei der Hauptversammlung des Deutschen Kältevereins, 1928.

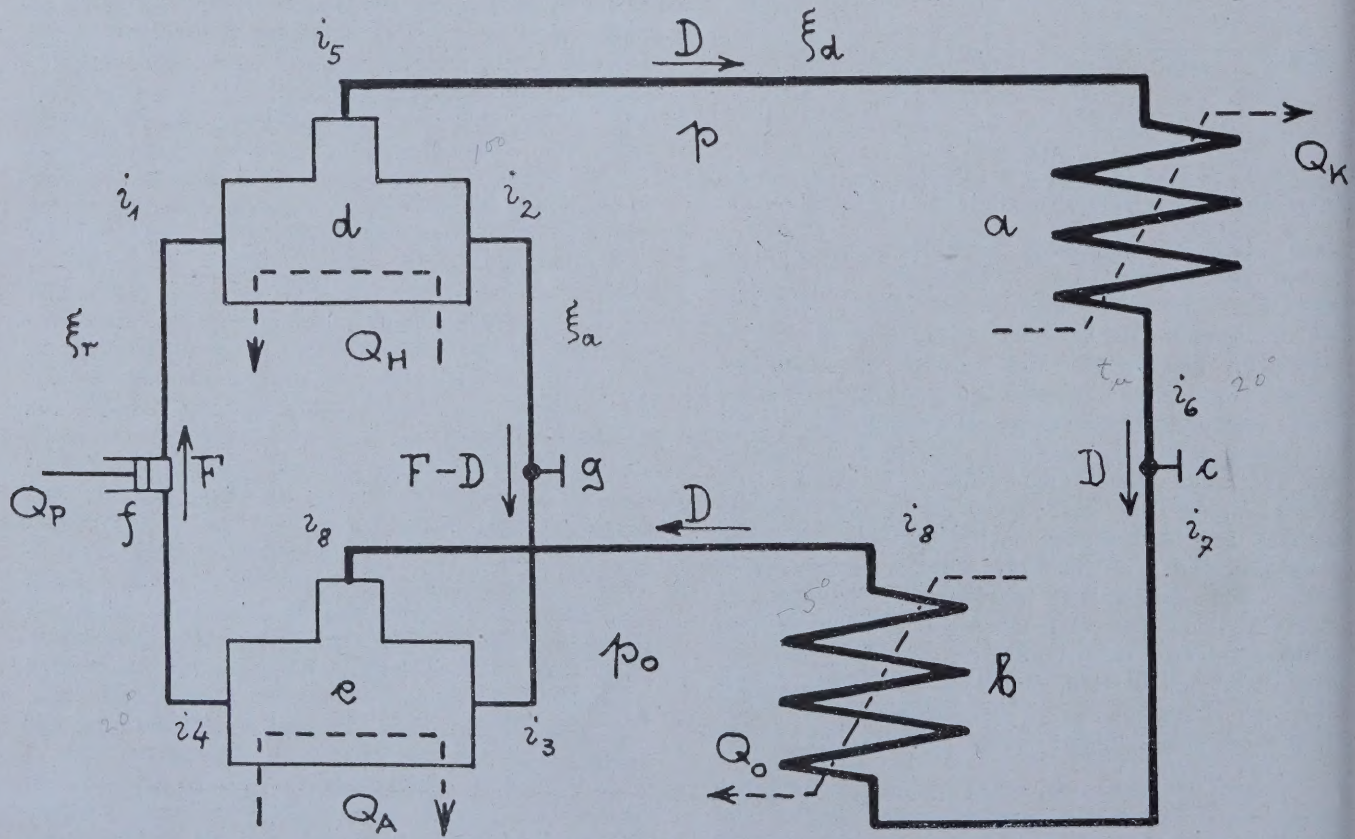


Abb. 1 **Absorptions-Kältemaschine**

a Kondensator
b Verdampfer
c Regelventil
d Kocher
e Absorber
f Pumpe
g Regelventil

$$\xi = \frac{\text{wgt. of } NH_3}{\text{wgt. of } NH_3 + \text{wgt of } H_2O}$$

pressor angeordnet, der aus dem Kocher d und dem Absorber e besteht. Zwischen beiden läuft die Lösung, heute meist ein Ammoniak-Wasser-Gemisch um, das von der Pumpe f aus dem Absorber in den Kocher gefördert wird und über das Regulierventil g wieder zurückströmt. Im Kocher herrscht der Verflüssigerdruck p, im Absorber der Verdampferdruck p_0. Im Kocher wird unter dem Druck p durch die Heizmärme Q_H aus der Lösung Dampf ausgetrieben, der in den Kondensator übertritt und durch Abführen der Wärmemenge Q_K verflüssigt wird. Die im Regelventil auf den Druck p_0 heruntergedrosselte Flüssigkeit wird im Verdampfer unter Aufnahme der Kälteleistnng Q_0 in Dampf verwandelt, der im Absorber unter Freiwerden der Wärmemenge Q_A wieder in der Lösung absorbiert wird. Die vom Absorber nach den Kocher geförderte und die zurückströmende Lösung tauschen gewöhnlich in einem Gegenstromapparat, dem Temperaturwechsler, der in Abbildung 1 nicht besonders angedeutet ist, miteinander Wärme aus. Bei Verwendung anderer Stoffpaare als Wasser und Ammoniak ist im Folgenden stets an Stelle des Ammoniaks der leichter siedende Bestandteil zu setzen.

Die Ammoniakbilanz

Wenn die Pumpe stündlich F kg Flüssigkeit unter Aufwand der Pumpenarbeit Q_p in den Kocher fördert und daraus D kg Dampf erzeugt werden, so strömen F-D kg Lösung nach dem Absorber zurück. $f = F/D$ ist der spezifische Lösungsumlauf. Der im Kocher entwickelte Dampf enthält mehr Ammoniak als die Lösung, deren Gehalt an Ammoniak daher beim Durchtritt durch den Kocher immer geringer wird. Wir geben den Ammoniakgehalt in Gewichtsteilen ξ der Lösung an. Es sei ξ_r der Gehalt der »reichen« in den Kocher tretenden Lösung ξ_a der Gehalt der »armen« aus dem Kocher tretenden Lösung ξ_d der Gehalt des erzeugten Dampfes.

Die Ammoniakbilanz, die auch für den Absorber gilt, lautet $F \cdot \xi_r = (F\text{-}D)\ \xi_a + D \cdot \xi_d$ daraus findet man den spezifischen Lösungsumlauf

$$f = \frac{F}{D} = \frac{\xi_d - \xi_a}{\xi_r - \xi_a} \qquad (1)$$

Die Wärmebilanzen

Die Wärmebilanz der gesamten Anlage, auf die Stunde bezogen lautet

$$Q_H + Q_p + Q_O = Q_K + Q_A \text{ kcal/h}$$

$Q_W = Q_H + Q_P$ ist der gesamte Energiebedarf der Kältemaschine. Der Anteil der Pumpenarbeit ist gegenüber der Heizwärme immer verschwindend klein. Für die Berechnung beziehen wir alle Wärmemengen

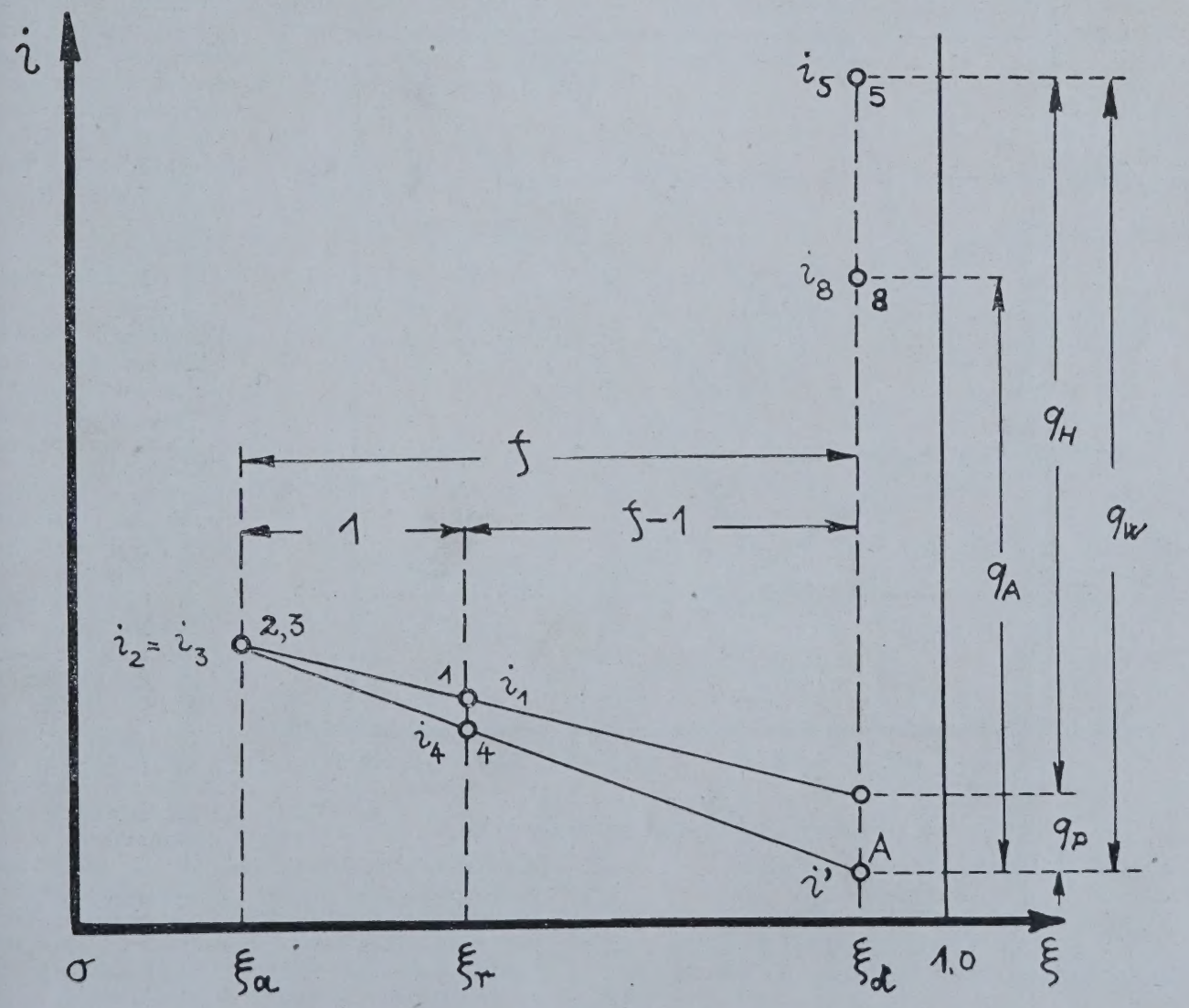


Abb. 2
Die Wärmebilanz der Absorptionskältemaschine im i ξ - Diagramm

auf 1 kg Dampf, also auf f kg reiche oder f-1 kg arme Lösung und bezeichnen sie mit q

$q_H + q_P + q_0 = q_K + q_A$ oder $q_W + q_O = q_K + q_A$ kcal/kg

Bedeutet nach Abbildung 1 für den Kocher

i_1 kcal/kg den Wärmeinhalt der eintretenden Lösung

i_2 kcal/kg den Wärmeinhalt der austretenden Lösung

i_5 kcal/kg den Wärmeinhalt des erzeugten Dampfes

so lautet die Wärmebilanz des Kochers

$$q_H + f \cdot i_1 = (f-1) \cdot i_2 + i_5$$

und ergibt die Heizwärme zu

$$q_H = i_5 - i_2 + f \cdot (i_2 - i_1)$$

i_4 kcal/kg der Wärmeinhalt der austretenden Lösung

i_8 kcal/kg der Wärmeinhalt des absorbierten Dampfes ist. Da sich der Wärmeinhalt bei der Drosselung nicht ändert, ist

$$i_3 = i_2$$

also

$$i_2 - f\ (i_2 - i_4) = i_3 - f\ (i_3 - i_4) = i' \qquad (4)$$

und somit

$$q_W = i_5 - i' \qquad (2a)$$

$$q_A = i_8 - i' \qquad (3a)$$

$q_W - q_A = i_5 - i_8$ ist das Wärmegefälle, das der durch den Lösungskreislauf gebildete thermische Kompressor zu überwinden hat.

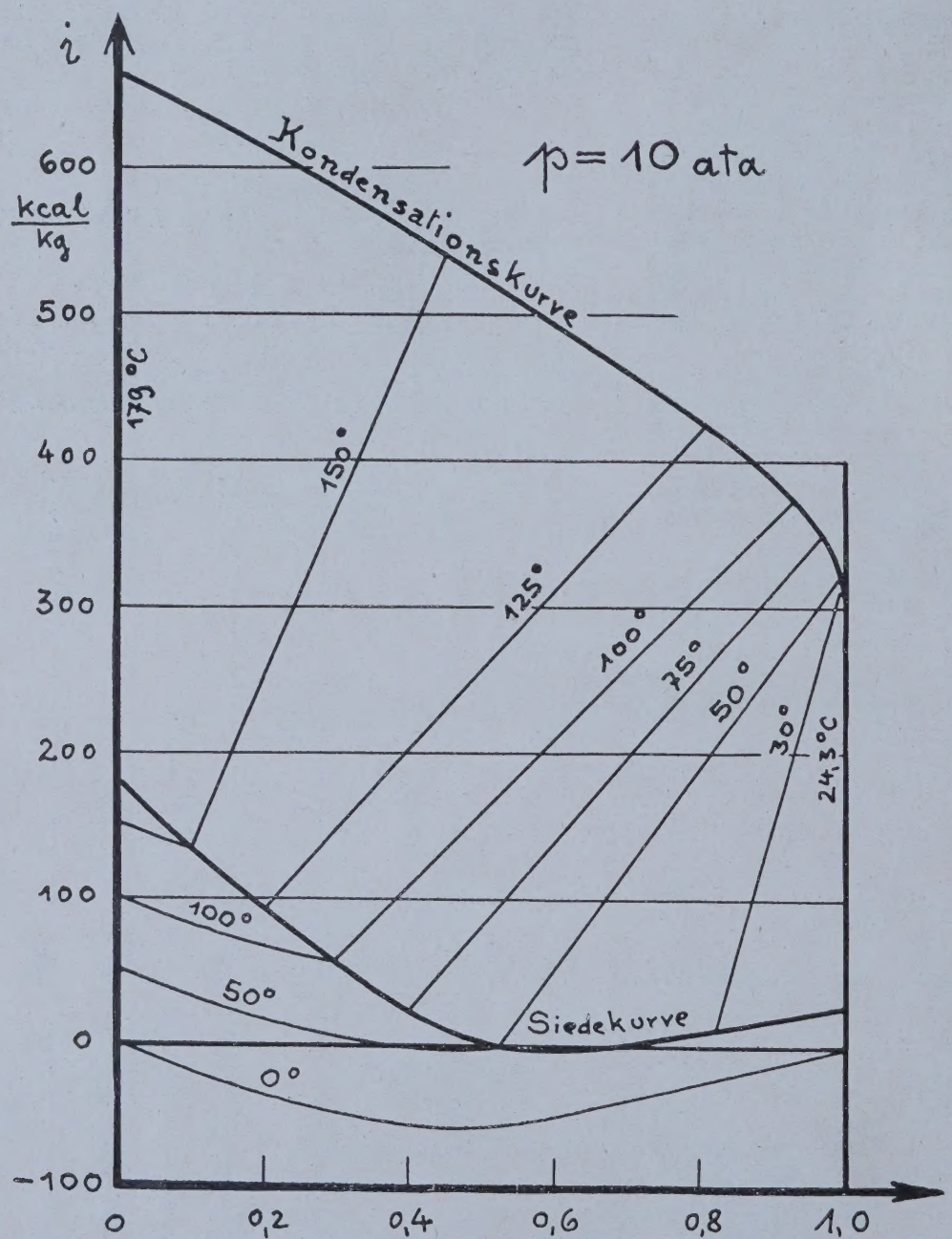


Abb. 3
i ξ - Diagramm für Ammoniak-Wasser-Gemische

Die Gleichungen 1 bis 3 ermöglichen eine sehr anschauliche Darstellung in einem Diagramm, das den Wärmeinhalt i über dem Ammoniakgehalt ξ wiedergibt. (Siehe Merkel, Zweistoffgemische in der Dampftechnik. VDI-Zeitschrift 1928 Seite 109). Abbildung 2 zeigt, daß dann alle auf 1 kg Dampf bezogenen Wärmemengen als Strecken auf der Ordinate bei der Dampfzusammensetzung ξ_d erscheinen. Der spezifische Lösungsumlauf ist das Verhältnis von zwei Strecken.

Das iξ-Diagramm

Tragen wir im iξ-Diagramm den Wärmeinhalt siedender Lösung für einen bestimmten Druck auf, so erhalten wir eine »Siedekurve«. Diese ist wegen der beträchtlichen Mischungswärme von Ammoniak und Wasser stark nach unten gekrümmt. Bei $\xi = 0$ hat man reines siedendes Wasser, bei $\xi = 1$ reines siedendes Ammoniak von dem betreffenden Druck. Abbildung zeigt ein solches maßstäbliches Diagramm für 10 ata. Außer der Siedekurve ist die »Kondensationskurve« d. h. der Wärmeinhalt des mit siedender Lösung im Gleichgewicht stehenden Dampfes eingezeichnet. Punkte unter der Siedekurve stellen reine, nicht siedende Flüssigkeit, solche über der Kondensationskurve überhitzten Dampf dar. Zwischen beiden liegt das »Naßdampfgebiet«, in welchem das Ammoniak-Wasser-Gemisch in eine flüssige und eine dampfförmige Phase zerfällt, wobei der Dampf bekanntlich einen weit höheren Ammoniakgehalt

Da nach Abbildung 1 die Pumpenarbeit

$$q_P = f \cdot (i_1 - i_4)$$

ist, wird der gesamte Wärmeverbrauch

$$q_W = q_H + q_P = i_5 - i_2 + f \cdot (i_2 - i_4) \qquad (2)$$

In der gleichen Weise finden wir für den Absorber

$$q_A = i_8 - i_3 + f \cdot (i_3 - i_4) \qquad (3)$$

wobei

i_3 kcal/kg der Wärmeinhalt der eintretenden Lösung

als die Flüssigkeit hat. Die Verbindungslinie zweier im Gleichgewicht stehenden Punkte der Kondensations- und Siedekurve ist, wie sich leicht nachweisen läßt, eine Isotherme im Naßdampfgebiet. Abbildung 3 enthält ausserdem noch Isothermen im Flüssigkeitsgebiet. Isothermen im Ueberhitzungsgebiet sind nicht eingezeichnet, da sie für unsere Zwecke keine Bedeutung haben.

Die Lösung verläßt den Kocher und den Absorber siedend, das heißt, i_2 und i_4 finden wir im i ξ - Diagramm auf den betreffenden Siedekurven. Der im Kocher entwickelte Dampf steht an seiner Erzeugungsstelle im Gleichgewicht mit der Lösung. Da diese beim Durchtritt durch den Kocher ihre Zusammensetzung ändert, ist der Zustand des austretenden Dampfes (ξ_d, i_5) nicht ohne Weiteres gegeben. Wie später gezeigt wird, ist ein möglichst geringer Wasserdampfgehalt (also grosses ξ_d) günstig. Man erreicht das bekanntlich durch »Rektifikation«, d. h. man führt den Dampf im Kocher im Gegenstrom zur Lösung und kann dadurch im Grenzfall erreichen, daß er im Gleichgewicht mit der reichen Lösung austritt. Trägt man die Zusammensetzung ξ_d und den Wärmeinhalt i_d des Dampfes über der Zusammensetzung der mit ihm im Gleichgewicht stehenden Lösung ξ_f für die in Betracht kommenden Drücke (rund 6 bis 15 ata) auf, so kann man aus diesem Diagramm, Abbildung 4 für die Zusammensetzung $\xi_f = \xi_r$ der reichen Lösung diejenige ξ_d des erzeugten Dampfes und seinen Wärmeinhalt $i_5 = i_d$ entnehmen. Der Wi zur Kontrolle in den Absorber tretenden Dampfrungen in der Druck und Temperatur im Verdand in Deutschgezeigt wird. eferfirmen aus thoden in den

Zur Berechnung der Absorp auch die abbraucht man dann nach Gleichung notwendigen die Größe i', zu deren Bestimmung erte verlangen. nur die Wärmeinhalte der flüssig sind. Daher genügt für den prak neue Methode ein $i\xi$ = Diagramm, das die Siedekur Wärmeüber- 1 und 15 ata und die Isothermen auf Vergleichsbiet enthält (Abbildung 5). Da ma reffenden Madass die spezifische Wärme flüs Temperaturen. Wasserlösungen vom Druck unabl vorgänge des sich diese Isothermen für alle Dr will er beinatürlich nur bis zur jeweiligen Sie Lacken festin die gradlinigen Isothermen des eil der Wärmenach Abbildung 3 überzugehn, die anstrich kennanders verlaufen.[1]) (Schluß folgt). r Konvektion dern lediglich Luft abhängt.

[1]) Die hier mitgeteilten Diagram eschoben, die und Zahlenbeispiele beruhen nur den, und zwar angenäherten Berechnungen, geben enua, welcher nisse grundsätzlich richtig wieder erstellung von genaue Berechnung der Diagramme n berichtete. ist noch im Gange. Die Ergebnisse echung ergab, veröffentlicht werden. ischen Herren urde, handelt schickte Komgänge in einer der Anspruch werden kann.

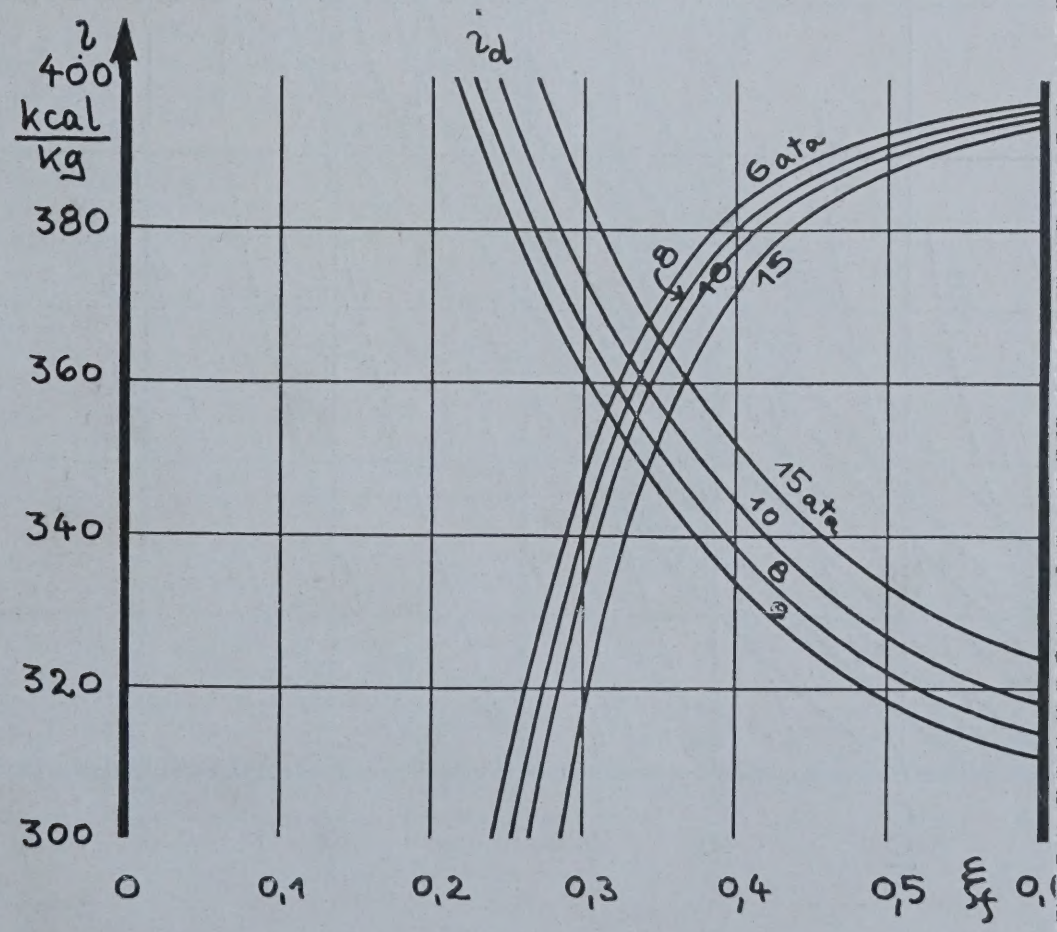


Abb. 4
Wärmeinhalt und Zusammensetzung des Dampfes über einer Ammoniaklösung

enhagen einen r die aus den irma Christani te. Die Unterenschaftlichen tig und interrten Schlüsse llenbetons für erallgemeinert bietet Zellen- eines seifen- t wird, dem bauten große ner beliebigen eicherwirkung Vorteile hat n gemeinsam, eton, bei dem r Metallpulver jedoch für eit z. B. hinei den Temw. der dabei solierwirkung. sich eben den allzu der Praxis ächliche Vorise sehr wohl id von Kühlolierung noch bewährt.

Als nächster Vortrag des Programmes wurden die Ausführungen von van Dusen und Fink des Bureau of Standards über die Wärmeübertragung durch Isoliermaterialien verlesen, wobei das Wesentlichste, nämlich die Diagramme der Wärmeleitfähigkeit verschiedener Materialien in ihrer Abhängigkeit von der Dichte, nicht gezeigt werden konnten, da sie von Amerika aus irrtümlich nach Mailand geschickt worden waren. Da von den Verfassern gleichzeitig auch die Temperaturabhängigkeit der Wärmeleitzahl berücksichtigt wurde, wäre in diesen Kurven vielleicht wertvolles Ergänzungsmaterial zu deutschen Ergebnissen vorhanden. Interessant ist, daß die Verfasser auch, wie dies schon in Deutschland seit mehreren Jahren geschieht, den Einfluss der Feuchtigkeit auf Isolierstoffe zu untersuchen gedenken.

Der letzte Vortrag von Lyle (Verein. Staaten) behandelte die Vergangenheit und Gegenwart der Isoliermaterialien in den Vereinigten Staaten in allgemeinen Ausführungen. Wenn der Verfasser am Schlusse seiner Ausführungen prophezeit, daß die Isolierung für Wohngebäude allgemein von größter Bedeutung werden wird, so ist dem nach den heutigen deutschen Erfahrungen zu widersprechen, da im Gegensatz dazu augenblicklich die Tendenz dahin geht, Baustoffe zu verwenden, die unter Verzicht auf die für viele Zwecke garnicht notwendige hohe Festigkeit selbst eine isolierende Wirkung besitzen, um allen wärmewirtschaftlichen Ansprüchen genügen zu können. Bei vielgeschossigen Bauten, wo die Verwendung derartiger Stoffe nicht möglich ist, es sei denn, daß man sie zur Ausfachung von gesonderten Tragkonstruktionen verwendet, werden die Wandstärken schon aus statischen Gründen meist groß genug, um auch bei den schweren Baustoffen den notwendigen Wärmeschutz zu erzielen.

II. Die ausgefallenen Vorträge.

Im folgenden sei noch kurz aus den Résumés der Inhalt jener Vorträge mitgeteilt, die bedauerlicherweise nicht gehalten wurden.

Watzinger: „Die Wärmeleitfähigkeit von Wärme-Isoliermaterialien."

In diesem Vortrag war eine Beschreibung des bekannten Poensgen'schen Plattenapparates vorgesehen, der im Labatorium für techniche Physik unter Geheimrat Knoblauch, auf den Bezug genommen wird, ausgebildet wurde. Es wurden eine Reihe von Materialien untersucht, wie Kork, Torf und Sägespäne. Außerdem ein neues Isoliermaterial „Kivron" genannt, worunter eine Art Holzzement verstanden wird, der durch chemische Beimischungen feuchtigkeitsundurchlässig gemacht und auch unverbrennlich ist.

Der Vortrag von Krueger lautete: „Untersuchung der Eigenschaften von Wänden verschiedener Konstruktion und aus verschiedenen Materialien vom Standpunkt der Wärmeisolierwirkung." Eingangs wird die Meßmethode beschrieben, die im wesentlichen wohl der schon vom Verfasser zusammen mit Erikson im Jahre 1922 beschriebenen Apparatur entspricht und bei der das Poensgen'sche Schutzringprinzip auf die Untersuchung kleiner Probemauern in der Weise angewendet wurde, daß man einen Verlust der zur Ermittlung der Wärmeleitzahl erzeugten elektrischen Energie nach einer anderen Richtung als durch den Probekörper dadurch vermied, daß man den elektrischen Heizapparat in einen Raum gleicher Temperatur setzte. Zur Untersuchung gelangten verschiedene Konstruktionen:

Einfach- und Doppelfenster,
Hohlwandkonstruktionen mit und ohne Füllstoffe
Wände mit Torfoleumisolierungen, Zementsteinen usw.

Außerdem sollte der Einfluß der Feuchtigkeit besprochen werden und die Isolierwirkung von Luftschichten. Schließlich war ein Vergleich zwischen den theorethischen Berechnungen und den wirklichen Meßergebnissen vorgesehen. Die Arbeiten an den Nordischen Hochschulen durch Watzinger und Krüger entsprechen also im wesentlichen den in Deutschland vorgenommenen Versuchen, auf die sie mit oder ohne Bezugnahme wohl zurückzuführen sind, und erhalten sicherlich wertvolle Ergänzungen.

H. Bénard hatte einen Bericht über die Messung der Wärmeleitfähigkeit von isolierten Eisenbahnwaggons mit Hilfe einer elektrischen Innenbeheizung vorgesehen. Es handelt sich um eine Weiterbildung der Methode, über die er schon 1915 und 1921 berichtet hat und die seinerzeit auch in der Zeitschrift für die gesamte Kälteindustrie besprochen wurde. Sie beruht darauf, daß man periodisch schwankende Temperaturen in der Wand erzeugt, ist wissenschaftlich sehr interessant und geistvoll, birgt jedoch eine Reihe von Umständlichkeiten in sich, die sie nach Ausarbeitung der Hilfswandmethode, bezw. des Wärmeflußmessers Schmidt als überholt erscheinen lassen.

Aus dem gleichen Grunde ist das Referat von Duffieux nur von theoretischem Interesse, der Verbesserungsvorschläge und kritische Betrachtungen dieser Meßmethode bringt.

Corbetta (Italien) behandelte die wirtschaftlichsten Stärken von Kühlraumisolierungen. So weit es die Zusammenfassung erkennen läßt, handelt es sich um Wirtschaftlichkeitsüberlegungen, die jedoch gegenüber den in Deutschland üblichen nur einen Teil der maßgebenden Faktoren berücksichtigen, um zu einer möglichst einfachen mathematischen Formulierung zu kommen. Im übrigen war wohl Zweck des kleinen Referates, die Priorität des Autors in dieser Frage gegenüber einer anderen Abhandlung von Levine nachzuweisen, da er schon 1912 diese Frage behandelt habe. Schon ein Jahr früher erschien jedoch in Deutschland auch die bekannte Veröffentlichung von Gerbel und schon 4 Jahre früher wurde von Hottinger der grundsätzliche graphische Berechnungsgang dargelegt.

Unter den vorliegenden ungünstigen Verhältnissen kann also eigentlich erst nach Veröffentlichung der wichtigsten Vorträge durch den Kältekongreß festgestellt werden, ob durch die hier zur Sprache gekommenen Arbeiten außer erwünschten Ergänzungen der zahlenmäßigen Unterlagen eine Bereicherung der deutschen Forschung zu erwarten ist. [1])

Der Weltgefrierfleischhandel im Jahre 1927.

(Jahresbericht der Firma Weddel).

Aus den sehr interessanten Angaben des Jahresberichtes sei das Wichtigste im folgenden wiedergegeben. Besondere Beachtung verdienen dabei die

[1]) Ueber die wichtigeren Arbeiten wird nach ihrem Erscheinen berichtet werden. Die Schriftl.

eigenartigen Verhältnisse, die sich in Deutschland auf Grund der gesetzlichen Bestimmungen herausgebildet haben.

Produktionsgebiete.

1. Australien.

Die Viehproduktion litt unter den wenig günstigen Witterungs- und Futterverhältnissen. Diese Verhältnisse besserten sich jedoch gegen Ende des Berichtsjahres, sodaß für das Jahr 1928 mit einem besseren Viehangebot zu rechnen sein wird. Der Viehbestand wurde nach der letzten amtlichen, allerdings schon über ein Jahr alten Statistik auf 12188865 Rinder und 102757 Schafe geschätzt gegenüber 12704954 Rindern und 9322186 Schafen im Jahre 1926. Es wurden verschifft 450000 Hammelkörper im Gewicht von 9157 tons, 1271703 Lammkörper im Gewicht von 16429 tons und 924966 Rinderviertel im Gewicht von 60148 tons. Der weitaus größte Teil der Ausfuhrmenge ging nach Großbritannien, das 375454 Hammel, 1205361 Lämmer und 441589 Rinderviertel aufnahm.

2. Neuseeland.

Die Schafherden haben an Zahl bedeutend zugenommen. Die Aufnahme des Schafbestandes vom April 1927 ergab 25649016 Stück, d. h. 744023 Stück mehr als 1926. Die Zahl der geschlachteten Lämmer belief sich auf 5337854 Stück oder auf 337264 mehr als in der vorhergehenden Saison. Die bessere Entwicklung der Weiden, welche die Vermehrung des Schafbestandes ermöglichte, ist hauptsächlich der Verwendung künstlichen Streudüngers zu verdanken. Der Rinderbestand wies dagegen eine Abnahme auf, denn er betrug nur 3241630 Stück gegen 3452486 Stück im Vorjahr, d. h. 6% weniger. Es wurden exportiert 2150491 Schafe im Gewicht von 53000 tons, 5470471 Lämmer im Gewicht von 86000 tons und 216784 Rinderviertel im Gewicht von 21000 tons. Von diesen Mengen gingen nur 273 tons Hammelfleisch, 101 tons Lammfleisch und 2450 tons Rindfleisch nach anderen als britischen Märkten.

3. Kanada.

Der auf den Farmen im Juni 1927 vorhandene Viehbestand belief sich auf 9172238 Rinder und 3262706 Schafe im Vergleich zu 8570879 Rindern und 3142476 Schafen im Jahre 1926. Die Ausfuhr bestand in der Hauptsache aus Lebendvieh, dessen größter Abnehmer die Vereinigten Staaten waren. Der Gefrierfleischexport war auf die verschwindend kleine Menge von 300 tons zurückgegangen.

4. Südafrika.

Die Viehproduktion war durch die Trockenheit; die bereits seit zwei Jahren in der Union, Betschuanaland, Rhodesia und Südwestafrika herrscht, schwer gehemmt. In weiten Gebieten der Kap-Provinz verloren die Farmer teilweise ihren ganzen Viehbestand. Die Ausfuhr machte weniger als die Hälfte des Vorjahres aus, nämlich 6044 tons Rindfleich gegen 15184 1926. Davon gingen nur 289 tons nach Großbritannien, der Rest nach anderen Ländern, vor allem Italien. Im Mai 1927 eröffneten die neuen Gefrierwerke in der Walfischbucht ihren Betrieb, weitere neue Werke sind in Bulawayo und Lobatsi fertiggestellt und sollen im März 1928 in Betrieb genommen werden.

5. Argentinien.

Im September und Oktober 1927 herrschte eine Dürre, durch die die Durchschnittsqualität des Fleisches etwas verschlechtert wurde, was sich in erster Linie in einem geringeren Gewicht der Rinderviertel ausdrückte. Ende des Jahres gab es dann reichliche Regenfälle, sodaß die Aussichten für 1928 bessere sind. Eine neue Viehzählung ist immer noch nicht vorgenommen worden, sodaß man noch auf die letzte Schätzung mit 30 Millionen Rindern und 35 Millionen Schafen angewiesen ist, obwohl allgemein angenommen wird, daß der tatsächliche Bestand viel größer ist. Im Oktober des Berichtsjahres hatte die argentinische Regierung noch schärfere Bestimmungen über die tierärztliche Untersuchung des zum Export bestimmten Fleisches erlassen, sodaß die Abnehmer des argentinischen Fleisches nunmehr eine erhöhte Gewähr für gesundheitlich vollkommen einwandfreie Beschaffenheit dessen haben. Der Gesamtexport betrug 807741 tons, die sich zusammensetzten aus 71498 tons Hammel- und Lammfleisch, 184374 tons Rindergefrierfleisch, 502907 tons Rinderkühlfleisch und 48992 tons Innereien. Von der Exportmenge wurden 634565 tons nach England, 174176 tons nach dem europäischen Kontinent verschifft.

6. Uruguay.

Auch in diesem Lande wurde die Mästung durch eine Trockenperiode verzögert, sodaß die Ausfuhr eine starke Verringerung erfahren mußte. Der Rinderbestand gleicht mit schätzungsweise 8500000 Stück dem vom Jahre 1924, während der Schafbestand sich auf ungefähr 22 Millionen beläuft, also in den letzten Jahren erheblich zugenommen hat. Dementsprechend wies der Export von Hammel- und Lammfleisch mit 27146 tons gegen 19696 tons im Jahre 1926 eine bedeutende Steigerung auf. Insgesamt wurden 140390 tons ausgeführt, von denen 50592 nach Großbritannien und 89437 nach dem Kontinent verladen wurden. Die Ausfuhrmenge verteilte sich auf die einzelnen Artikel wie folgt: 27146 tons Hammel- und Lammfleisch, 85114 tons Rindergefrierfleisch, 15731 tons Rinderkühlfleisch, 12399 tons Innereien.

7. Brasilien.

Im Staate Rio Grande waren die Viehpreise so hoch, daß Schlachtungen für die Ausfuhr unmöglich waren. Die Gefrierwerke blieben daher geschlossen. Dagegen trat wider Erwarten Zentralbrasilien als Fleischexporteur auf, nachdem im Vorjahre die Ausfuhr auf ein Mindestmaß zurückgegangen war. Die Ausfuhr belief sich auf 24113 tons, von denen 6291 tons nach England und 17822 tons nach dem Kontinent gingen. Bemerkenswert war die regelmäßige Ausfuhr von kleinen Mengen gekühlter Rinderhinterviertel für den Londoner Markt, wo sie in ausgezeichnetem Zustande verkauft wurden.

8. Patagonien.

Der Export stand mit 27760 tons etwas gegen den vom Vorjahre zurück, der 28990 tons betragen hatte. Der Viehbestand ist in sehr guter Verfassung, so daß man für das laufende Jahr sehr große Erwartungen hegt.

Verbrauchsgebiete.

1. England.

Die Einfuhr von Kühl- und Gefrierfleisch machte im ganzen 946776 tons aus gegenüber 930035 tons im Jahre 1926, die Zunahme beträgt 1,8%. An Kühlfleisch wurden 36692 tons mehr, an Gefrierfleisch 29692 tons weniger eingeführt. An der Einfuhr waren die einzelnen Produktionsgebiete wie folgt beteiligt:

Australien					
mit	63535	tons	im Werte von	3268885	Pfund
Neuseeland					
mit	153409	„	„ „	10305081	„
Argentinien					
mit	654740	„	„ „	29614740	„
Uruguay					
mit	45281	„	„ „	2121396	„
Vereinigte Staaten					
mit	3901	„	„ „	321151	„
Andere Länder					
mit	25910	„	„ „	1285593	„

Der Gesamtfleischverbrauch Großbritanniens im Jahre 1927 wurde auf 2048645 tons geschätzt gegenüber einem solchen von 2055023 im Vorjahr. Davon waren 1125200 tons oder 54,8% einheimischen Ursprungs und 925445 tons oder 45,2% Importfleisch.

Der Rinderbestand Großbritanniens war mit 12243441 Stück um 160141 Stück oder 1,3% größer als im Vorjahre, der Schafbestand war bei 28307413 Stück um 623013 Stück gegenüber dem Vorjahre vermehrt.

2. Deutschland.

Das Gesetz über die beschränkte Einfuhr zollfreien Gefrierfleisches, das am 31. Juli abgelaufen war, wurde bis Ende 1929 verlängert. Obwohl seitens des Fachhandels alles versucht wurde, zu einer anderen Regelung der Gefrierfleischfrage zu kommen, blieb also dieses Stück gebundener Bewirtschaftung in der sonst freien Wirtschaft erhalten, so daß sich der Handel mit Gefrierfleisch nicht den tatsächlichen Bedürfnissen entsprechend entwickeln konnte. Die eingeführte Gefrierfleischmenge war 132550 tons, die sich auf die einzelnen Artikel folgendermaßen verteilte: 125416 tons Rindfleisch, 1822 tons Rinderinnereien, 254 tons Schweinefleisch, 2650 tons Schweineinnereien und 2408 tons Hammelfleisch.

Daß tatsächlich noch ein starker, aus der heimischen Erzeugung nicht zu deckender Bedarf an gutem und billigem Rindfleisch besteht — als solches kommt nach Lage der Dinge nur Gefrierfleisch in Frage — ergibt sich aus den amtlichen Zahlen des Rinderbestandes: Dieser hatte sich zwar um 4,3% auf 17982864 Stück gegenüber dem Vorjahre gehoben, jedoch entfiel der Hauptanteil an der Vermehrung auf Kälber und Jungvieh, während gerade die für die Fleischlieferung so wichtigen Ochsen und Bullen gegen die Vorkriegszeit auf den Kopf der Bevölkerung gerechnet einen Ausfall von nicht weniger als 48% aufwiesen.

3. Frankreich.

Durch die Stabilisierung des Franken erfuhr der Verbrauch von Gefrierfleisch zunächst einen kräftigen Anreiz, jedoch stieg dadurch auch bald das Angebot an einheimischem Frischfleisch derartig, daß ein Rückschlag im Gefrierfleischabsatz eintrat. Dazu kam noch die Festsetzung von Einfuhrzöllen für Gefrierfleisch in Höhe von 10 bezw. 14 M. je 100 Kilo, welche die Einfuhr gegen Ende des Jahres stark beeinträchtigte. Trotz dieser ungünstigen Momente wurden 55215 tons Gefrierfleisch gegenüber 70694 tons im Vorjahre eingeführt, von denen 48638 tons auf Rindfleisch, 6499 tons auf Hammelfleisch und 78 tons auf Schweinefleisch entfielen. Anscheinend wird Frankreich auch weiterhin gezwungen sein, Gefrierfleisch, wenn auch in kleineren Mengen, einzuführen.

4. Belgien.

Frisches Rindfleisch einheimischer Erzeugung oder französischer Herkunft war so billig, daß der Absatz von Gefrierfleisch auf große Schwierigkeiten stieß. Der Gefrierfleischverbrauch belief sich trotzdem auf 41500 tons gegen 36911 tons im Vorjahre, zeigte also, eine kleine Zunahme.

5. Holland.

Infolge starken Angebots inländischen Fleisches ging der Verbrauch von Gefrierfleisch weiter zurück, er betrug gegen 1926 mit 22000 tons nur 13500 tons.

6. Italien.

Der Gefrierfleischverbrauch war auch hier erheblich gesunken, es wurden 53800 tons gegen 62559 im Jahre 1925 eingeführt. Ursache des Rückganges war auch hier ein starkes Angebot an einheimischem und ausländischem Schlachtvieh.

7. Oesterreich.

Es wurden etwa 4000 tons Gefrierfleisch eingeführt.

Das Gesamtgewicht des von den Gefrierwerken der Welt im Jahre 1927 exportierten Rind-, Hammel- und Lammfleisches wird auf 1256700 tons geschätzt gegenüber 1198600 tons im Vorjahre.

Dr. Kallert, Hamburg.

Die Beschlüsse des V. Internationalen Kältekongresses in Rom.

Die Verhandlungen der Internationalen Kältekongresse pflegen ihren Abschluß und Höhepunkt in den »Wünschen« zu finden, die von den Sektionen vorgeschlagen und von der Vollversammlung gebilligt werden.

Diese Wünsche können eine große praktische Bedeutung erlangen, wenn die Vorsitzenden der einzelnen Kommissionen ihre Durchführung tatkräftig fördern.

Im Nachstehenden sind die praktisch wichtigsten Wünsche im Auszuge wiedergegeben.

Sektion I.

Nr 1.

Die Sektion I (Kommission Kamerlingh Onnesa wünscht:

1. daß die Größe, die nach den in Mitteleuropa üblichen Bezeichnungen durch die Gleichung $J = U + PV$ definiert wird, von jetzt ab zur Vermeidung von Irrtümern und Mißverständnissen nach Vorschlag von Kamerlingh-Onnes »Enthalpie« genannt wird;

2. daß geeignete und in allen Sprachen gleichlautende Bezeichnungen gewählt werden für die beiden Größen, die durch Gleichungen ähnlicher Form definiert sind, wie die innere Energie und die Enthalpie, und von denen die eine gegenwärtig als »freie Energie F« oder »Potential bei konstantem Volumen«, die andere als »thermodynamisches Potential« oder »Potential bei konstantem Druck« bezeichnet wird, und ebenso für das Produkt T. S. das in der Definitionsgleichung für F vorkommt.
3. daß geeignete und in allen Sprachen gleichlautende Bezeichnungen für die verschiedenen thermodynamischen Funktionen geschaffen werden;
4. daß die Einheit der Entropie definiert und ihr die Bezeichnung »Clausius« gegeben wird.
5. daß diese Einheit, bezogen auf die Kilokalorie »Kiloclausius« genannt wird.

Die Definition des »Clausius« wird mit Rücksicht auf eine eingehendere Gesamtuntersuchung in den Arbeitsplan der Kommissionen 1 und 2 eingefügt.

[Erläuterungen zur Resolution Nr. 1.

In der theoretischen und technischen Thermodynamik kommen mehrere zusammengesetzte Größen vor, die man als »thermodynamische Potentiale« bezeichnet, weil die verschiedenen Zustandsfunktionen als Differentialquotienten dieser Potentiale nach den entsprechend gewählten unabhängigen Zustandsgrößen dargestellt werden können, genau so wie in der Mechanik die Kraftkomponenten als Differentialquotienten des mechanischen Potentials nach den entsprechenden Koordinaten berechnet werden.

Die wichtigsten thermodynamischen Potentiale sind:

1. $i = u + Pv$
2. $F = u - Ts$
3. $\Phi = i - Ts$

worin P den Druck, v das spezifische Volumen, T die Temperatur, u die innere Energie und s die Entropie bedeutet.

In der technischen Thermodynamik hat sich bisher besonders die Größe i eingebürgert, auf deren Bedeutung zuerst R. Mollier hingewiesen hat und die er in seinen thermodynamischen Diagrammen verwendet hat. F und Φ spielen hauptsächlich in der chemischen Thermodynamik eine entscheidende Rolle. In der Buchstaben-Bezeichnung und in der Nomenklatur dieser Größen bestand bisher eine große Verwirrung. Mollier nannte i den »Wärmeinhalt«, was zu gelegentlichen Verwechslungen mit der zugeführten Wärme führte. F nannte man bei uns nach Helmholtz die »Freie Energie«, Ts die gebundene Energie und Φ schlechtweg das »thermodynamische Potential«. In anderen Ländern werden diese Größen auch Gibbs'sche Potentiale, charakteristische Funktionen von Massien usw. genannt. Die Größe i soll nun in Zukunft »Enthalpie« heißen. Dieses Wort ist vom griechischen abgeleitet und bedeutet auch Wärmeinhalt. Das amerikanische i/p-Diagramm für Ammoniak enthält für i neben »Heat Content« schon die Bezeichnung Enthalpie, die zuerst von Kamerlingh-Onnes vorgeschlagen wurde.

Für F, Φ und Ts sollen geeignete internationale Bezeichnungen noch gefunden werden. P.]

Nr. 2.

Die Kühlung bewohnter Räume soll studiert werden.

Sektion II.

Nr. 3.

Die Sektion II wünscht:

Auf Vorschlag von Prof. Plank:
daß das Internationale Kälte-Institut die nötigen Maßnahmen ergreift zur Aufstellung von Mollier-Diagrammen für Kältemittel mit hohem Molekulargewicht, die für Turbokompressoren in Betracht kommen, z. B. von Dichlorethylen;

Nr. 4.

Ferner auf Vorschlag der Herren Plank und Pollitzer:

Es ist wünschenswert, daß für die Kohlensäure ein vollständiges thermodynamisches Diagramm entworfen wird, welches das Gebiet der tiefsten Temperaturen bis zu -80^0 C einschließt und nicht nur den flüssigen, sondern auch den festen Zustand der Kohlensäure umfaßt.

Nr. 5.

Ferner auf Vorschlag des Herrn Barrier:
daß eine Sonderkommission aus geeigneten Fachleuten aller dem Internationalen Kälte-Institut angeschlossenen Länder damit beauftragt wird, eine praktische Kälteeinheit zu finden, die der weder technisch noch wissenschaftlich gebildeten Kundschaft verständlich ist, und die größer und repräsentativer ist als die jetzt gebräuchliche Kalorie oder Frigorie.

Nr. 6.

Ferner auf Vorschlag des Herrn Barrier, und ergänzende Vorschläge der Herren Plank, Colombi, Barbieri und Stradelli:
daß, um die Gleichheit der Ausdrucksweise unter den Kältefachleuten zu sichern und den Vergleich der Angaben von Katalogen und Angeboten zu erleichtern, die Normalleistung der Kältekompressoren — mindestens in den Ländern, welche das metrische System angenommen haben und verwenden — in Frigorieen oder Kalorien pro Stunde für die folgenden kennzeichnenden Temperaturen angegeben werden:

A. Inneres Verhalten:
   a. Verdampfungstemperatur -10^0 C
   b. Verflüssigungstemperatur $+25^0$ C
   c. Unterkühlungstemperatur (vor dem Regelventil) $+15^0$ C.

B. Aeußeres Verhalten:
   a. Temperatur der Luft im Kühlraum 0^0C
   b. Temperatur der Sole -5^0 C
   c. Temperatur des Kühlwassers, beim Eintritt $+10^0$C, beim Austritt $+20^0$C:

2. daß zur Vermeidung aller Streitigkeiten bei Geschäftsabschlüssen die Konstrukteure gehalten werden, in den ihrer Kundschaft gegebenen Garantien außer der Normal-Leistung des Kompressors bei oben genannten Temperaturen die wirkliche Kälteleistung der Anlage anzugeben und die industriellen Leistungen, welche unter den tatsächlichen Betriebsbedingungen zu erzielen sind, und schließlich nach Möglichkeit:

a) das stündliche Hubvolumen des Kompressors
b) den Lieferungsgrad des Kompressors

Nr. 7.

Ferner auf Vorschlag des Herrn Colombi:

daß bei Aufstellung der Regeln zur Prüfung der Leistungen von Kältemaschinen durch das I. K. I. den Bedürfnissen der mit Turbokompressoren arbeitenden Anlagen möglichst vollständig Rechnung getragen wird.

Nr. 8.

Auf Vorschlag des Herrn Barrier:

daß die mit dem Studium der praktischen Kälte-Einheit beauftragte Kommission allgemein giltige Regeln zur Leistungsprüfung von Kältemaschinen und -anlagen ausarbeitet und dabei als Grundlage die bereits von dem deutschen, dem amerikanischen und dem tschechoslovakischen Kälteverein aufgestellten Normen zugrunde legt, die bereits sämtlich in dem Bulletin des Renseignements frigorifiques de l'I. I. F. veröffentlicht worden sind.

Nr. 9.

wünscht Fortsetzung der Untersuchungen über Rostschutz.

Nr. 10.

Die Sektion II wünscht auf Vorschlag des Schweizer Kälte-Komitees und des Herrn Barrier:

daß das I. K. I. eine Kommission aus ersten Fachleuten aller Länder, in denen Eiszellen hergestellt werden, einsetzt, mit dem Auftrag:

a) die Abmessungen der Zellen zu normalisieren,
b) Normen für die Abnahme gelieferter Eiszellen aufzustellen,
c) Vorschriften für die Behandlung der Eiszellen durch den Verbraucher aufzustellen,
d) Vorschläge für die rationelle Normalisierung für Eiserzeuger zu machen.

Nr. 11.

Es sollen die günstigsten Luftverhältnisse für das Auftauen von Gefrierfleisch gefunden werden.

Nr. 12.

Auf Vorschlag der Herren Barrier und Louis Dop, in Uebereinstimmung mit der Delegation der Republik Argentinien, spricht der Kongreß in Anbetracht:

a) daß die Annahme einer international vereinbarten Methode der Inspektion von Kühl- und Gefrierfleisch, sowohl in den produzierenden wie in den verbrauchenden Ländern, eine besonders wichtige und wünschenswerte Maßnahme darstellt;
b) daß eine solche Methode nur festgestellt werden kann, wenn eine internationale Uebereinkunft bezüglich der Kontrolle des Viehs bezw. des zu kühlenden und zu gefrierenden Fleisches vor und nach der Schlachtung vorläufig beschlossen ist;
c) daß namentlich die folgenden von der Delegation der Republik Argentinien bezeichneten fünf Punkte von besonderer Wichtigkeit sind und in eingehender Diskussion erörtert werden müssen, nämlich:
   1. Ist es möglich, bei dem heutigen Stande der Wissenschaft das jetzige Kriterium betreffend die Tuberkulose der Rinder- und Schweine-Rassen abzuändern, deren Fleisch durch Kälte konserviert und für den internationalen Handel bestimmt ist?
   2. Dieselbe Frage bezüglich der Pseudo-Tuberkulose (adénité casécuse) der Schaf-Rassen;
   3. Annahme einer für alle Länder gleichen Methode für die Trichinenschau des Schweinefleisches, das durch Kälte konserviert und für Export bestimmt ist;
   4. Feststellung der wesentlichen Merkmale, die die Zurückweisung des Fleisches wegen beginnenden Muskelschwundes rechtfertigen;
   5. Ratsamkeit, gleichförmige Gesundheitsscheine anzunehmen, welche in den ausführenden Ländern durch die Behörden ausgegeben und von den Regierungen der Einfuhrländer anerkannt werden müssen;

in Anbetracht andererseits, daß das Internationale Landwirtschafts-Institut im nächsten Jahre eine internationale »Fleisch«-Konferenz halten wird,

den Wunsch aus,

a) daß das I. K. I. sich sofort mit dem I. L. I. in Verbindung setzt und es auffordert, die hier augenblicklich behandelte Frage in das Programm seiner Generalversammlung aufzunehmen, die im nächsten Oktober stattfinden wird;
b) daß die dem I. K. I. angeschlossenen Regierungen auf das dringendste von ihm eingeladen werden, zu dieser Konferenz — die spätestens 1929 abzuhalten ist — erstklassige Techniker und Spezialisten zu entsenden. Diese werden in der Konferenz eine »Besondere Inspektionssektion« bilden mit dem Auftrag, vom technischen Gesichtspunkt aus außer den fünf oben angeführten alle noch übrigen Punkte zu prüfen, welche gegebenenfalls in den Verfügungen eines späteren internationalen Abkommens zwischen den daran interessierten Staaten, Dominions und Kolonien aufgenommen werden sollen, eines Abkommens, dessen Entwurf einstimmig von beiden obengenannten Instituten festzustellen wäre.

Nr. 13.

Der hohe Marktwert von Kühlhauseiern wird betont.

Nr. 14.

Die Sektion III wünscht auf Vorschlag Fascetti:

daß man sich, um die Verfahren der Reifung von Weichkäse zu verbessern, in weiterem Umfange der systematisch durchgeführten, wissenschaftlichen Forschungen bedienen soll, die sich zum mindesten auf die wichtigsten Käsearten der verschiedenen Länder zu erstrecken haben, soweit von der künstlichen Kühlung Gebrauch gemacht wird;

daß, falls es unmöglich sein sollte, diese Untersuchungen an einer einzigen Stelle zu führen, alle Institute zur Mitarbeit herangezogen werden sollen, die infolge ihres Charakters auch über entsprechende Einrichtungen verfügen;

und daß nach Möglichkeit die industriellen Unternehmungen direkt gebeten werden sollen, an der Entwicklung und Lösung solcher Aufgaben mitzuarbeiten.

Nr. 15.

Die günstigsten Luftverhältnisse bei Kaltlagerung von Obst und Gemüse sollen weiter studiert werden.

Nr. 16.

Behandelt dieselbe Frage.

Nr. 17.

Es soll durch Versuch nachgewiesen werden, daß bei Kaltlagerung die Vitamine erhalten bleiben, gegebenenfalls sollen die unteren Temperaturgrenzen der Erhaltung festgestellt werden.

Nr. 18.

Der in London 1924 ausgesprochene Wunsch, international gültige Vorschriften für Kühlwagen aufzustellen, wird wiederholt.

Nr. 19

würdigt die Bedeutung der von der italienischen Eisenbahnverwaltung eingerichteten fahrbaren Kühlanlagen.

Nr. 20

macht auf die Bedeutung guter Isolierung bei Kühlwagen aufmerksam.

Nr. 21

fordert die Nationen auf, die besten Bauarten für Kühlwagen und Kühlschiffe zu finden.

Nr. 22

wünscht genaue Thermometer zur Feststellung der Temperatur im Innern von Rindervierteln und dergl.

Sektion IV.

Nr. 23.

Der Kongreß nimmt Kenntnis von dem Vortrag des Herrn Prof. Dr. W. H. Keesom über das feste Helium und seine beiden flüssigen Phasen und über die im Laboratorium zu Leiden ausgeführten Arbeiten und spricht folgende Wünsche aus:

a) daß die cryogenen Einrichtungen in Leiden einer größeren Anzahl von Forschern auf allen Gebieten der Physik der tiefen Temperaturen zur Verfügung gestellt werden können;
b) daß zu diesem Zweck der Stiftung des I. K. I. beim Laboratorium größere Beträge überwiesen werden mögen, welche eine in größerem Maßstabe betriebene Zusammenarbeit der Gelehrten der ganzen Welt sichern könnten;
c) daß daher ein dringender Aufruf an die Industriellen und Gruppen von Industriellen gerichtet wird, die besonders an der Kälte-Wissenschaft und -Technik interessiert sind, mit dem Ziel, von diesen einen namhaften Beitrag zugunsten oben genannter Stiftung zu erhalten.

Beschlüsse der Conférence Générale des I. K. I. in der Sitzung vom 11. 4. bezüglich des Unterrichts in der Kältetechnik, die durch den Direktor des I. K. I. zur Kenntnisnahme mitgeteilt werden:

a) Vom Studienjahr 1928-29 ab werden im Cryogenen Laboratorium zu Leiden regelmäßige Vortragsreihen (in der den Studenten geläufigsten Sprache) über die Thermodynamik tiefer Temperaturen und über die Wirkungen und praktische Anwendungen tiefer und sehr tiefer Temperaturen, verbunden mit Uebungs- und Forschungsarbeiten im Laboratorium, stattfinden unter den Auspizien und der Kontrolle des I. K. I. und geleitet durch die Herren Professoren Dr. W. H. Keesom und Dr. W. J. de Haas, den Direktoren des genannten Laboratoriums. Die Arbeitspläne werden jährlich zwischen den Professoren, den Autoritäten der Universität Leiden und dem Büro des Instituts vereinbart werden.
b) Diese Vortragsreihen und Uebungen werden unterstützt durch die Stiftung Kamerlingh Onnes des Instituts bei dem Laboratorium und ferner eventuell durch alle Regierungen und nationalen Kältevereine oder Einzelpersonen, die an der Ausführung gewisser Untersuchungen oder besonderer Studien interessiert sind.

Note des Direktors:

In demselben Gedankenkreise hat die Conférence Générale ebenso in ihrer Sitzung vom 11. 4. die nachfolgenden Wünsche und Einladungen ausgesprochen:

Die Conférence Générale fordert, indem sie sich den Aeußerungen des Administrations-Komitees anschließt und die in ihren früheren Sitzungen formulierten Wünsche selbst erneuert, abermals

die Herren Delegierten der Regierungen zum I. K. I.
» Präsidenten der nationalen Kältevereine und Komitees,
» Präsidenten der internationalen Kommissionen des I. K. I.
» Direktoren der Institute, Laboratorien, Forschungssiationen u. s. w. aller Länder, deren Arbeiten im ganzen oder teilweise der Wissenschaft oder der Technik der Kälte und ihrer Anwendungen gewidmet sind,

auf, die Initiative zu ergreifen, um die Mitwirkung des I. K. I. zu erhalten, und bittet seinem Zentralbüro unverzüglich alle diejenigen Vorschläge zu unterbreiten, die für eine finanzielle Beteiligung dieses Institutes als notwendig angesehen werden und die sich beziehen auf die im allgemeinen Interesse der angeschlossenen Staaten unternommenen oder noch zu unternehmenden kältetechnischen Studien, Arbeiten, Forschungen oder Versuche oder aber aut die Veröffentlichung dieser verschiedenen Arbeiten.

Nr. 24

wünscht die Aufstellung einer genauen Statistik über die Zahl und Leistung der bestehenden Kühlanlagen, der Kühlwagen, der Menge der lagernden Kühlgüter, der ein- und der ausgeführten Kühlgüter.

Zeitschriftenbericht.

Kälteverwendung.

Detroits neue Eislaufbahn. Terry Mitchell. Refrigerating. World, Mai 1928.

Die Eisffäche ist 242 Fuß lang und 110 Fuß breit, an den Enden halbkreisförmig abgerundet. 3 zweizylindrige stehende Frickverdichter geschlossener Bauart von 12" Durchmesser und 12" Hub, 200 Umläufen in der Minute sind mit den Elektro-Motoren unmittelbar gekuppelt. Die beiden stehenden Kesselröhrenverflüssiger haben 36" Durchmesser und 14 Fuß Länge. Zwei geschlossene liegende Solekühler haben 42" Durchmesser und 18 Fuß Länge und enthalten je 10 soledurchflossene Rohre sowie Flüssigkeitsstandanzeiger für das Ammoniak. Im Stockwerk über den Verdampfern befindet sich ein Solebehälter von 20×14×10 Fuß. Von den den beiden Solepumpen fördert eine 1200, die andere 800 Gallonen in der Minute.

Die Anwendung der Kälte in der Mühlenindustrie. I. Vortrag des Herrn Boizillon auf dem französischen Mühlenkongreß. II. Betrachtungen über das Kalt-Mahlverfahren. Nach einer Arbeit von E. Fleurent in La Meunerie-Française, Februar 1928. Zeitschrift für das gesamte Mühlenwesen. März 1928.

I. Infolge der beim Mahlen aufgewandten Arbeit treten im Mahlgut Temperaturen auf, die das Mehl schädigen können. Durch Kühlung wird Mahlfähigkeit gesteigert, die Ausbeute erhöht. Kalt gemahlenes Korn bedarf nach dem Mahlen keiner Ruhezeit, in der es »reift«. Das Getreide wird durch Luft vor dem Mahlen gekühlt und getrocknet. II. Der Verfasser bekämpft einige der von Boizillon geäußerten Anschauungen.

Kältemaschinen.

Eine Studie über die Regeleinrichtungen in Kühlanlagen. (A study of liquid control devices for refrigerating systems). **Frederick R. Erbach.** Refrigerating Engineering, Januar 1928.

Es gibt 3 Möglichkeiten der Regelung. 1. Drosselung. 2. Betätigung der Durchflußöffnung durch einen Schwimmer von der Hochdruckseite aus, wobei dieser auf der Flüssigkeit vor der Durchflußöffnung schwimmt 3. oder durch einen Schwimmer der sich auf der Niederdruckseite befindet und dort auf der Flüssigkeit schwimmt. 1. Die Vorrichtung muß um so empfindlicher sein, je größer die Verdampfungswärme des Kältemittels ist, wobei die Reihenfolge ist: Ammoniak, Methylchlorid, Ethylchlorid, Schwefeldioxyd, Kohlendioxyd. Die folgenden Bedingungen sind zu erfüllen: Das Kältemittel muß frei von Wasser und von festen Fremdkörpern sein und die Durchflußöffnung muß dauernd von Flüssigkeit bedeckt sein, sodaß kein dampfförmiges Kältemittel hindurchtreten kann. Die Einstellung des Regelventiles von Hand soll so erfolgen, daß die Dämpfe den Verdampfer gerade trocken verlassen. Zur richtigen Bedienung des Regelventils gehört Erfahrung. Auch bei im übrigen automatischer Regelung ist es manchmal zweckmäßig, beim Herunterkühlen des noch warmen Kühlraumes das Ventil von Hand zu bedienen um zunächst mit hoher Verdampfungstemperatur arbeiten zu können. Ist die Verdampfungstemperatur auf die normale gesunken, so kann man die Regelung der Automatik überlassen, da nunmehr keine großen Schwankungen der Temperatur auftreten.

Der Verfasser bespricht zunächst die Regelventile, bei denen die Nadel des Ventils von einer Membran gesteuert wird, die auf einer Seite unter Verdampfungsdruck und auf der andern unter Verflüssigungsdruck steht. Der Druckunterschied wird durch Federn ausgeglichen. Die Vorrichtungen regeln also auf gleichbleibenden Druckunterschied. Die Regelung ist um so genauer, je größer der Durchmesser der Membran ist, wobei allerdings ihre Beanspruchung steigt. Bei Ammoniak hat sich schwedischer Stahl für die Membran sehr gut bewährt. Bei größeren Durchmessern hat man gelegentlich drei oder vier Scheiben von je 0,1 mm Dicke übereinandergelegt, und so eine sehr biegsame und doch haltbare Membran erhalten. Bei Verwendung einzelner Blätter macht man diese 0,25 bis 0,35 mm stark.

Für andre Kältemittel als Ammoniak macht man die Membran gewöhnlich aus Phosphorbronze. In neuerer Zeit werden vielfach harmonikaartige Bälge benutzt, die eine sehr gedrängte Bauform ergeben. Mannigfaltige Versuche und Erfahrungen haben ergeben, daß kleine Ungenauigkeiten in der Herstellung zu großen Störungen Veranlassung geben. Je kleiner der Ventilsitz ist, um so bessere Eigenschaften hat das Ventil. Wenn die die Membran spannende Feder der Außenluft ausgesetzt ist, so kann sie während des Betriebes so kalt werden, daß sie beschlägt und durch den Eisansatz in ihrer Wirksamkeit beeinträchtigt wird. Insbesondere bei Ammoniakventilen müssen die Federgehäuse luftdicht abgeschlossen sein. Bei SO_2-Ventilen verwendet man wegen des geringeren Druckes so dünne Membranen, daß sie bereits auf Aenderungen des Luftdruckes im Federgehäuse ansprechen, die durch Temperaturänderungen entstehen. Man muß daher diese durch konstruktive Maßnahmen verhindern bezw. herabsetzen.

Undichte Regelventile bringen die Gefahr der Ueberfüllung des Verdampfers und des Auftretens von Flüssigkeitsschlägen bei Anlassen des Verdichters mit sich. Wird das Regelventil von einem durch die Saugseite (Sole, Kühlraum) beeinflußten Thermostaten betätigt, so wird es bei genügend tiefer Soletemperatur geschlossen. Wenn hier das Regelventil undicht ist, wird beim Anlassen lediglich die Saugleitung stark bereifen.

Es werden sodann einige Bauarten beschrieben und in zum Teil leider sehr undeutlichen Abbildungen dargestellt. Die ersten sind sehr ähnlich der Abb. 5 in R. Planks Buch »Haushalt Kältemaschinen«. Bei den meisten Regelventilen wird die Flüssigkeit im Ventilsitz gedrosselt und es treten dort auch infolge der Dampfbildung sehr große Geschwindigkeiten auf, die zu einer Abnutzung des Ventilkegels und des Sitzes führen. Dies kann dadurch vermieden werden, daß die Flüssigkeit in einer hinter dem Regelventil angeordneten Düse gedrosselt wird, das Regelventil den Querschnitt also nur freigibt oder ihn schließt. Dadurch wird auch eine Temperaturerniedrigung am Ventil mit ihren Nachteilen vermieden. In Verfolgung des Gedankens, die Drosselung auf 2 Stellen zu verteilen, sind bei einer anderen Bauart zwei Ventilkegel auf eine Stange gesetzt, die von der Membran betätigt wird. Dadurch wird ein großer Hub ermöglicht und Abnutzung des Sitzes durch große Flüssigkeitsgeschwindigkeit verhindert. Bei einer weiteren etwas primitiv anmutenden Bauart mit nur einer Feder wird ein Tellerventil bei steigendem Verdampferdruck auf den Sitz gepreßt. Bei einem sehr verbreiteten Ventil ist in das Gehäuse ein kleiner Seiher eingebaut, der Unreinigkeiten zurückhält. Die Ventilstange stützt sich hier mit einer Platte auf die Membran, was das Flattern des Ventils verhindern soll. Bei einem Kältemittel das gerade bei atmosphärischem Druck verdampft, kommt man ohne jede Federbelastung der Membran aus, indem man die Außenluft als Belastung benutzt. Des weiteren wird noch ein für Kältemittel mit geringem Druck geeignetes Ventil gezeigt, bei dem die Membran auf einem Metallbalg sitzt also einen großen Hub zuläßt.

Eine andre Art von Regelventil besteht aus einer Düse, hinter der ein federbelastetes Kugelventil sitzt. Man kann den Widerstand des Regelventiles auch durch eine schraubenförmige Rohrschlange von geringem Durchmesser ersetzen. Hier ist gar keine

Vorrichtung zum Unterbrechen des Flüssigkeitsstromes vorgesehen, so daß der Verdampfer den ganzen Inhalt muß aufnehmen können.

Wenn sich eine größere Anzahl von Regelstellen an einer Maschine befinden, so ist die Wirkung jeder Regelstelle von der Temperatur des von ihr versorgten Raumes anhängig zu machen. In dem Raum wird ein Hohlkörper angeordnet, der mit einer temperaturempfindlichen Flüssigkeit gefüllt ist. Bei Ansteigen der Temperatur im Raum wird der entstehende Druck durch eine Rohrleitung auf die Membran des Regelventils übertragen und dieses geöffnet. Sind alle Regelventile geschlossen, so sinkt die Saugspannung stark und dadurch wird der Antriebsmotor stillgesetzt. Man soll auf diese Weise bis zu 20 Regelstellen an einer Maschine in Gang halten können.

Eine besonders beachtenswerte Bauart soll wie ein sorgfältig von Hand bedientes Regelventil arbeiten. Die Betätigung wird abhängig gemacht einerseits von dem Druck des verdampfenden Kältemittels andererseits von der Temperatur der angesaugten Dämpfe, die bei richtigem Betrieb etwas überhitzt sein sollen. In dem Ventilgehäuse sind zwei Membranen angeordnet, die sich auf eine zwischen ihnen liegende Scheibe als Hubbegrenzung anlegen können. Die untere Membran steuert das Regelventil, die obere ist durch eine einstellbare Feder belastet. Die Scheibe ist in der Mitte achsial durchbohrt und zu dieser Bohrung führt radial eine Verbindung zu einem Balgkörper. Um die Saugleitung hinter dem Kühlrohrsystem ist ein kleines Schlangenrohr gewickelt, das eine sich mit der Temperatur stark ausdehnende Flüssigkeit enthält und das mit dem Balgkörper in Verbindung steht. Steigt im Saugrohr die Temperatur, so wird aus dem Balgkörper Oel zum Regelventil gedrückt, das in den Raum zwischen den Membranen eintritt. Ist der Druck im Verdampfer höher als die Spannung der auf die oberen Membran wirkende Feder entspricht, so wird die Flüssigkeit nur die oberen Membran heben und in übrigen keine Wirkung tun. Ist der Verdampfungsdruck aber gesunken, dann wird die untere Membran abgedrückt und das Regelventil geöffnet. Es wird also auf gleichbleibende Verdampfungstemperatur und gleichbleibende Ueberhitzung geregelt. Zum Schluß wird auf das Ventil von Hilger eingegangen, das in unserer Zeitschrift 1925 Seite 87 bis 89 genau beschrieben ist.

Eiserzeugung.

Eiserzeugungsbetrieb. (Ice plant operation). F. P. McNeill. Ice and Cold Storag, April 1928.

Eingehende Beschreibung einer großen Anlage zur Herstellung von Eis mit zwei Verbundverdichtern, einen einstufigen Verdichter mit zusätzlichem schädlichen Raum, NH_3 Akkumulatoren, liegenden Röhrenkesselverflüssigern, 4 Eiserzeugern mit je 540 Eiszellen von 11×22×43 Zoll.

Die Normalleistung beträgt 200 tons mit einem Verbrauch von 41 kWh je Tonne.

Eiskühlung.

Eisgekühlte Eisenbahnwagen mit erzwungener Luftumwälzung H. Corblin. Revue générale du froid et des industries frigorifiques, 1928, Heft 1.

2 Stirneisbehälter, Ventilator unter dem Wagenkasten von der Achse angetrieben. Im Boden sind 2 Känäle angeordnet, von den der eine als Druckkanal der andere als Saugkanal dient. Bei Betrieb des Ventilators werden im Druckkanal seitliche Oeffnungen zur Luftverteilung über das Gut freigegeben, im Saugkanal werden diese geschlossen und die Luft von den Eisbehältern angesaugt. Bei Wechsel der Fahrtrichtung schalten sich die Klappen selbsttätig um.

Wärmeschutz

Die Ursachen des muffigen Geruches in Kühlanlagen. Von Dr. Ing. Jürges und Dr. Reichard. Gesundheitsingenieur 1928, Heft 19.

In Kühlanlagen zeigen sich zuweilen Geruchserscheinungen, die eingelagerte Kühlgüter insbesondere Fleisch, Butter und dergleichen unbrauchbar machen. Lange Zeit ist man vergeblich den Ursachen nachgegangen bis schließlich umfangreiche Versuche die Gründe dieser Erscheinung ergaben. Die Verfasser machten zahlreiche Versuche mittelst der in der Bakteriologie üblichen Methoden (Bouillonkulturen, Agar- und Gelatineplatten) und stellten dabei fest, daß die Isolierung der Urheber der gefürchteten muffigen Geruchserscheinung ist. Es zeigte sich, daß Kork, der im allgemeinen als Isoliermittel für Kühlräume verwendet wird, der Träger zahlreicher Kleinlebewesen (Bakterien und Pilzen) ist und bei Anwesenheit von Wasser deren Wachstum ermöglicht. Durch das Wachsen insbesondere der Schimmelpilze entsteht der bekannte muffige Geruch. Die zum Wachstum notwendigen Bedingungen wurden genau untersucht und Versuche an fertigen, mit Pech imprägnierten Korkplatten durchgeführt. Es zeigte sich ein rasches Wachstum von Kleinlebewesen, verbunden mit den üblichen Geruchserscheinungen, sobald der Kork feucht gehalten wurde.

Nach Ansicht der Verfasser wird es im allgemeinen kaum möglich sein, Rohkorkplatten steril zu machen, um das Wachstum von Bakterien und Pilzen zu verhindern. Die Versuche ergaben, daß erhitzter sogenannter Expansitkork jedoch ein vollkommen steriles Produkt ist, das weder der Träger von Kleinlebewesen ist, noch aufgeimpften Sporen und Bakterien ein Wachstum selbst unter günstigen Lebensbedingungen ermöglicht. Durch die Trockendestillation, die der veredelte Kork durchmacht, werden nicht nur alle Kleinlebewesen abgetötet, sondern darüber hinaus alle Nährstoffe zerstört und antiseptisch wirkende Stoffe frei. Einige Photographien zeigen die Ergebnisse der Untersuchungen an Expansit und Rohkork.

Gegenüber der Tatsache, daß sich die sachgemäß angebrachte Isolierung aus imprägniertem Rohkork seit Jahrzehnten in größtem Ausmaße vorzüglich bewährt hat, erscheint es dem Berichterstatter unbedingt nötig, vor allem die Bedingungen festzustellen, unter denen der Geruch bei Rohkork vermieden werden kann. Daraus, daß unter gewissen Umständen bei Rohkork Geruch entsteht, folgt nicht, daß man den Rohkork, sondern vielmehr, daß man die betrf. Umstände vermeiden soll. Ueberdies gibt der durch Verwendung ungeeigneter Imprägnierungsmittel entstehende „Pech"geruch viel häufiger Anlaß zu Störungen als der „muffige" Geruch, der sich nach der bisherigen Erfahrung recht gut vermeiden läßt. Krause.

Bücherbericht.

Anweisung über den Gebrauch der Degea Industrieschutzmasken (Gasmasken) von Bankdirektor

Stein-Magdeburg. Feuerschutzverlag Ph. L. Jung, München 7. Preis M. —.35, 50 Stück M. 16.—.

Vielfach zeigen die Besitzer von Gasmasken noch nicht jene Geschicklichkeit und Sorgfalt im Gebrauch, die unbedingt notwendig sind für einen sicheren Schutz durch die Masken. Es ist ein dankbares Unternehmen des in Fachkreisen geschätzten Verfassers, hier eine Anweisung herausgebracht zu haben, die in knappen Worten das einprägen soll, was zur Inanspruchnahme, Bedienung und Behandlung der Maske für jeden Inhaber unbedingt zu wissen nötig ist. Eine fünffarbige Tafel gibt auch Aufklärung über die Wahl des Ersatzfilters bei den verschiedensten Gasgefahren.

Professor Dr. Ing. **R. Plank. Haushalt-Kältemaschinen.** Mit 68 Textabbildungen. Berlin. Verlag von Julius Springer 1928. Preis RM. 7,50.

Die ungeahnte Verbreitung, die Haushalt-Kältemaschinen in den letzten Jahren in den Vereinigten Staaten fanden und die lebhafte Entwickelung, mit der ihr Bau diesseits wie jenseits der Atlantik fortschreitet brachte, es mit sich, daß in dem das gesamte Feld der Kältemaschinen erfassenden Schrifttum dieses Sondergebiet nur in ungenügender Weise vertreten war. Plank hat sich zur Aufgabe gestellt, diese Lücke auszufüllen und hierbei eigene Beobachtungen gelegentlich einer Studienreise in den Vereinigten Staaten im Herbst 1927 fruchtbar ausgewertet. Es ist besonders erfreulich, die Frage der Haushalt-Kältemaschinen von einem Verfasser behandelt zu sehen, der ihrem Wesen mit lebendiger Kritik gegenübertritt. Für die besonders interessierten Kreise der Hersteller solcher Anlagen ebenso wie für die Kältemaschinen-Konstrukteure überhaupt ist das vorliegende Werkchen von unbetrittenem Wert. Sein Schwerpunkt liegt in der kritischen Zusammenstellung der hauptsächlichen Typen, wobei die Fragen der Sicherheit, Bedienung und Wirtschaftlichkeit gebührende Berücksichtigung erfahren. Eine erschöpfende Darstellung aller bekannten Bauweisen ist ebenso wenig beabsichtigt, wie ein abschließendes Urteil über die letzte Lösung. Beides würde auch daran scheitern, daß der Abschluß in der Entwickelung der Kleinkältemaschine noch nicht vorliegt. Die Plancksche Arbeit wird zweifellos dazu beitragen, diese Entwickelung zu fördern und damit der deutschen Industrie die Möglichkeit bieten, Versäumtes nachzuholen und den ihr zukommenden Platz auf einem Felde zu gewinnen, der bisher entschieden von einigen wenigen Firmen der Vereinigten Staaten behauptet wurde.

Dipl.-Ing. M. Hirsch V.B.J., Frankfurt a. M.

Berichtigung.

Die physikalischen Eigenschaften der Reinhartin-Sole.

In Zahlentafel II, Heft 4 1928, Seite 75, ist ein Druckfehler stehen geblieben.

Die Zähigkeit der Sole bei -50^0 C und dem spez. Gewicht 1,243 ist 0,770. (Die Null vor dem Komma und dieses selbst fehlen an jener Stelle.)

Zuschrift an die Schriftleitung.

Sehr geehrte Schriftleitung!

Zu dem Aufsatz in der »Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie« 1928, S. 106, »Neue Dampftafel für Kohlensäure bei niedrigen Temperaturen« bemerke ich, daß ich ein c_p, T-Diagramm für Kohlensäure bereits im Jahre 1921 veröffentlicht habe. Siehe »V. Fischer, Eine Bestimmung der physischen Wärme c_p der Kohlensäure bei gleichbleibendem Druck für den flüssigen und gasförmigen Zustand.« Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie, 1921.

Mit der höfl. Bitte um Wiedergabe dieser Zuschrift

Ihr sehr ergebener
Dr.-Ing. Victor Fischer.

Frankfurt a. M., 17. Juni 1928.

Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender:
Geh.-Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. **H. Lorenz**
Technische Hochschule Danzig

Schriftführer:
A. Kaufmann, Oberingenieur
Berlin W 35, Blumeshof 14/I

Schatzmeister: **E. Brandt,** Direktor
Hermsdorf-Berlin, Waldseestraße 5
Postscheck-Konto Berlin Nr. 148122

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Ober-Reg.-Rat Prof. Dr. **Fr. Henning,** Berlin.
Arbeitsabtlg. II: Für Bau u. Lieferung von Maschinen, Apparaten. Obmann: Direktor Dipl.-Ing. **O. Hippenmeyer,** Wiesbaden
Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis. Obmann: Veterinärrat Direktor **Dr. Bützler,** Köln

Bericht über die ordentliche Hauptversammlung Danzig vom 22. bis 24. Juni 1928

Die Tagung begann programmäßig am Freitag, den 22. Juni mit den Sitzungen der Arbeitsabteilungen I und III, und zwar wurden in Abt. I (Obmann Herr Prof. Dr. Henning-Berlin) folgende Vorträge gehalten:

1. Herr Prof. Dr. Henning-Berlin: »Temperaturmessung zwischen 20^0 und 80^0 absol.«
2. Herr Prof. Dr. Schmidt-Danzig: »Versuche über den Wärmeübergang in ruhender Luft.«
3. Herr Reg.-Rat Dr. Otto-Charlottenburg: »Die Kompressibilität von Gasen, insbesondere bei tiefen Temperaturen.«

Und in Abteilung III (Obmann Herr Vet.-Rat Direktor Dr. Bützler-Köln):

1. Herr Fabrikbesitzer W. Rohrbeck-Berlin: »Die Bedeutung der deutschen Eisindustrie.«
2. Herr Dipl.-Ing. H. Gesell-Berlin, Vorsteher der masch.-technischen Abteilung der Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei, Berlin: »Kälteversorgung und -Verbrauch in Brauereien.«

Die mit großem Beifall aufgenommenen Vorträge werden im Vereinsorgan zur Veröffentlichung kommen.

Die Sitzung der Abt. II war planmäßig auf den folgenden Tag verlegt.

Hauptversammlung am Sonnabend, 23. Juni 1928 im großen Hörsaal des Elektrotechnischen Instituts der Technischen Hochschule Danzig-Langfuhr.

I. Teil.

Der Vorsitzende, Herr Geh.-Rat Lorenz, eröffnet die Sitzung mit dem Ausdruck des Dankes an den Senat, den Rektor und Herrn Prof. Dr. Schmidt für die tatkräftige Unterstützung und für die Ueberlassung des Saales. Er begrüßt die zahlreich erschienenen Gäste und Mitglieder, und übergibt die Leitung vorübergehend dem stellvertretenden Vorsitzenden, Herrn Ober-Ing. H. Meckel-Berlin.

Es folgt der Vortrag des Herrn Geh.-Rat Lorenz-Danzig über »Rohrwiderstand und Wärmeübergang«. Nach kurzer Besprechung schließt sich an der Vortrag des Herrn Prof. Dr. R. Plank-Karlsruhe: »Aus der amerikanischen Kältetechnik«. Und als dritter Hauptvortrag: Herr Dipl.-Ing. G. Cattaneo-Hilversum: »Technik und Oekonomie des Edeleanuverfahrens zur Raffination von Mineralölen.«

Die Vorträge fanden das lebhafteste Interesse der Versammlung; sie waren zum Teil mit ausgezeichneten Lichtbildern ausgestattet und sollen in üblicher Weise veröffentlicht werden.

Das Frühstück vereinigte die Teilnehmer in dem erst kürzlich eröffneten Studentenheim, dem in jeder Hinsicht die gebührende Anerkennung gezollt wurde.

II. Teil.

1. Jahresbericht, Rechnungsabschluß, Kassenprüfung, Entlastung.

a) Jahresbericht des Schriftführers, Herrn Ober-Ing. A. Kaufmann-Berlin:

Die Mitgliederzahl hat sich seit unserer letzten Tagung in Karlsruhe bei einem Zugang von 47 und einem Abgang von 15 um 32 gehoben, ist also von 353 auf 385 oder um 9,2% gestiegen. Diese 385 Mitglieder setzen zusammen aus 310 Einzelmitgliedern (rd. 80%), und 75 Firmenmitgliedern, Vereinen, Behörden (rd. 20%), und die Einzelmitglieder wiederum gliedern sich in 275 ordentliche und 35 besuchende Mitglieder, entsprechend rd. 90 bezw. 10% der Einzelmitglieder. Die innere Struktur des Vereins hat sich also nur wenig verändert.

Von der Gesamtmitgliederzahl von 285 entfallen auf den

Berliner Bez.-Verein	107	Mitgl. oder rd.	28%	62%
Hamburger »	69	» » »	18%	
Rheinischen »	62	» » »	16%	

Ein neues, nach dem Stand vom 1. Juni 1928 hergestelltes Mitgliederverzeichnis steht den Mitgliedern zur Verfügung.

Durch den Tod haben wir im Berichtsjahr verloren: Herrn Kommerzienrat G. Bayer, Inh. der Fa. Gebr. Bayer-Augsburg; Herrn Direktor Otto Bäss, Fleischzentrale Chemnitz; Herrn Dir. Karl Esters, Nordd. Eiswerke, Berlin; Herrn Obering. Otto Henckel, Fa. Gebr. Sulzer-Winterthur; Herrn Fabrikbesitzer Anton Hurtz, Erkrath-Düsseldorf; Herrn Prof. Alois Schwarz, Mährisch-Ostrau.

Ueber die Tätigkeit der einzelnen Bez.-Vereine ist zu berichten, daß im Berliner Verein in 9 Monatsversammlungen 13 Vorträge und Referate gehalten wurden; es fanden 3 Besichtigungen und 1 gemeinsames Abendessen statt. Im Hamburger Verein: Hauptversammlung, 4 Besichtigungen, im Winter monatliche Zusammenkünfte, 2 Ausflüge. Im Rheinischen Verein: 4 Vorträge, 1 Besichtigung, 1 Kühlfisch- und Gefrierfleischessen mit Damen, 1 Gesellschaftsabend.

Unser Vereinsorgan hat sich unter der umsichtigen Schriftleitung des Herrn Dr.-Ing. M. Krause und der tatkräftigen Verlagsleitung des Herrn Gew.-Rat Dipl.-In. E. Zäuner auch weiterhin günstig entwickelt.

Die Mitarbeit im Deutschen Normenausschuß wurde und wird fortgesetzt, wobei Herr Dipl.-Ing. Jos. Schindler-Tegel den Verein vertritt. Wir sind z. Zt. hauptsächlich mit der Normung der Kälte-Armaturen und der Rippenrohre beschäftigt. In dem Ausschuß für die Normung der Isolierstoffe hat Herr Dr. Cammerer seine Mitarbeit zugesagt.

Durch die Zugehörigkeit zum Deutschen Verband techn.-wirtschaftlicher Vereine sind wir über alle wichtigen Vorgänge auf den diesbezüglichen Gebieten dauernd unterrichtet, und sei hier nur erwähnt, das folgende Veranstaltungen bevorstehen:

Brennstofftagung London, Spätjahr 1928
Hochschultagung Dresden, 29. Nov. 1928
Teilkonferenz Barcelona, Mai 1929
Weltingenieurkongreß Tokio, Oktober 1929
2. Weltkraftkonferenz Berlin, 1930
6. Kältekongreß Buenos-Aires 1932

An der Mehrzahl dieser Veranstaltungen wird sich der Verein nicht direkt beteiligen können, aber im Hinblick auf unsere satzungsmäßigen Ziele und auf unsere gemeinsamen Interessen müssen wir unsere Mitarbeit von Fall zu Fall prüfen.

Das am 1. November 1927 durch die technisch-wissenschaftlichen Vereine Berlin veranstaltete Fest der Technik nahm einen glänzenden Verlauf und war von vollem Erfolg begleitet. Es soll im laufenden Jahr wiederholt werden (Dienstag, 13. Nov.).

Auch im vergangenen Jahr hat der Verein an den Verhandlungen zur Verringerung der Unfallgefahren teilgenommen.

Wie den Mitgliedern aus den Veröffentlichungen in der Zeitschrift und aus dem Druckblatt vom 20. März ds. Js. bekannt, konnten die Hindernisse, die der Aufnahme Deutschlands in das Internationale Kälteinstitut zu Paris, und damit unserer Beteiligung am 5. Internationalen Kältekongreß (Rom April 1928) entgegenstanden, auf diplomatischem Wege in befriedigender Weise beseitigt werden, und dementsprechend beantragte die Deutsche Regierung Ende März ds. Js. ihre Aufnahme in das Institut und beauftragte gleichzeitig den Deutschen Kälteverein mit ihrer Vertretung. Das deutsche Aufnahmegesuch fand in Rom einstimmige Billigung und zwar für die erste Mitgliederkatogerie, wodurch wir 6 stimmberechtigte Delegierte entsenden konnten und der Gebrauch der deutschen Sprache gesichert ist.

Als Vertreter Deutschlands nahmen an dem Kongreß teil die Herren: Prof. Dr.-Ing. R. Plank-Karlsruhe, Führer der Delegation, Prof. Dr. Fr.

Henning-Berlin, Ober-Reg.-Rat., Dir. d. Phys. techn. Reichsanstalt, Dr.-Ing. M. Krause-Berlin, Direktor R. Pabst-Köln, Ober-Ing. K. Pfeiffer-Berlin, Dipl.-Ing. E. Zäuner-Berlin, Gew.-Rat a. D.

Außer den Herren beteiligten sich noch eine Anzahl deutscher Fachgenossen. Ueber den Verlauf des Kongresses hat Herr Professor Plank im Maiheft der Vereinszeitschrift und an anderen Orten bereits kurz berichtet, während im Berliner Kälte-Verein in seiner Mai-Sitzung seitens der am Kongreß beteiligten Referate gegeben wurden. Die in Rom gehaltenen Vorträge kommen durch die Pariser Stelle zur Veröffentlichung.

Die angemessene Vertretung Deutschlands in den 16 Arbeitsausschüssen des Instituts ist gesichert, unsere zu diesem Zweck vorgelegte Liste fand Annahme, sodaß nunmehr eine Anzahl deutscher Gelehrter und Fachgenossen den Ausschüssen angehören und zwar entweder als stellvertretende Vorsitzende oder als Mitglieder. Das Amt eines ersten Vorsitzenden war z. Zt. nicht frei. Ueber die Nominierung dieser Herren ist uns kürzlich das offizielle Schreiben zugegangen, eine Benachrichtigung unsererseits wird demnächst erfolgen.

Zur Erledigung der laufenden Vereinsgeschäfte haben im Berichtsjahr 2 Vollsitzungen des Vorstandes und außerdem mehrfache Aussprachen sowie ein sehr reger Briefwechsel innerhalb des geschäftsführenden Vorstandes stattgefunden. Erwähnt seien noch die in Bezug auf die Anschlußfrage bei den Regierungsstellen erforderlichen Besuche und Rücksprachen und die hiermit im Zusammenhang stehende Korrespondenz, die Teilnahme an Sitzungen befreundeter Organisationen und der nie versiegende Strom des Briefwechsels, der sich aus der Mitgliederbewegung ergibt.

Aus der Versammlung findet keine Wortmeldung zum Bericht statt, worauf der Vorsitzende ihn für genehmigt erklärt.

b) Rechnungsabschluß für 1927, erstattet durch den Schatzmeister, Herrn Direktor E. Brandt, Berlin:

Einnahmen:

Kassenbestand am 1. 1. 27	460.66
Deutsche Bank Guthaben 1. 1. 27	1269.55
Postscheckguthaben 1. 1. 27	1613.11
Bestand (Wert) der Effekten	4285.—
Eingegangene Mitgliedsbeiträge im Jahr 1927 einschl. eingegangene Rückstände aus dem Vorjahre	10460.75
Verkaufte Leistungsregeln	90.95
Bankzinsen abz. Porto	480.35
Anteil vom Ueberschuß vom Fest der Technik	250.—
	18910.37

Ausgaben:

Käliezeitschrift, Druckmaterial, Büroaufwendungen, Portis lt. Beleg.	4902.35
Reisekosten der Hauptvers. in Karlsruhe	2643.70
Sonstige Reisekosten	1746.90
Abgabe an die Bezirksvereine	306.—
Beitrag für wissenschaftliche Arbeiten für Herrn Prof. Plank, Karlsruhe	1500.—
Für zurückgezahlte Beiträge (dopp. gez.)	100.—
½jähriger Mitgl.-Beitr. an den Deutschen Verband techn. wissenschaftl. Vereine	150.—
Beitrag zur Adresse beim Jubiläum des Patentamtes	30.—
	Mk. 11381,95

Einnahmen	18910.37
Ausgaben	11381.95
Ergibt Vermögen des Vereins	Mk. 7528.42

und zwar:

Kassenbestand am 1. 1. 28	526.30
Bankguthaben am 1. 1. 28	499.—
Postscheckguthaben am 1. 1. 28	2218.12
Effekten	4285.—
	Mk. 7528.42

c) Kassenprüfung. Der durch die Kassenprüfer erstattete Bericht hat folgenden Wortlaut:

»Durch Einsichtnahme der Bücher und Durchsicht der Belege ergab sich die Richtigkeit der vom Schatzmeister aufgestellten Jahresrechnung. Irgendwelche Beanstandungen haben sich nicht ergeben und wird seitens der Revisoren Entlastung des Schatzmeisters hiermit beantragt.«

Berlin, den 19. Mai 1928.

gez. P. Henning. gez. Carl Ludwig Hoffmann.

d) Entlastung. Die Versammlung erklärt sich mit den Berichten einverstanden, worauf der Vorsitzende feststellt, daß dem Schatzmeister die beantragte Entlastung erteilt ist. Der Vorsitzende dankt dem Schatzmeister für seine mühevolle Arbeit und spricht auch den beiden Kassenprüfern den Dank des Vereins aus.

2. Haushaltsplan für 1928. Durch den Schatzmeister wird namens des Vorstandes der nachfolgende Plan vorgelegt:

Einnahmen:

Beiträge von 200 Einzelmitgliedern je Mk. 20.—	4000.—
Beiträge von 60 Hamburger Mitgliedern je Mk. 14.—	840.—
Beiträge von 80 Firmenmitgliedern je Mk. 60.—	4800.—
Beiträge von 15 Hamburger Firmenmitgliedern je Mk. 30.—	450.—
Beiträge von 41 besuchenden Mitgliedern je Mk. 10.—	410.—
Zum Ausgleich: Barbestand am 31. 12. 27	3243.42
	Mk. 13743.42

Ausgaben:

Zeitschrift für 396 Mitglieder	3960.—
Drucksachen, Porti	1500.—
Schreibhilfe für Schriftführer und Schatzmeister	850.—
Kosten der Hauptversammlung	3500.—
Reisekosten der Vorstandsmitglieder und Obmänner	1500.—
Rückvergütung a. Berliner Bezirksverein	400.—
Beitrag 1928 an das Institut International du Froid in Paris	1000.—
Beitrag für wissenschaftliche Arbeiten	500.—
Mitgiederbeitrag für den deutschen Verband techn. wissenschaftl. Vereine für 1928	300.—
Kleine Ausgaben und Verschiedenes	233.42
	Mk. 13743.42

Der Plan wird unter Berücksichtigung der nachstehenden Zusätze genehmigt:

Die Gesellschaft von Freunden der Danziger Hochschule erhält in dankbarer Erinnerung an unsere Danziger Tagung einen einmaligen Beitrag von RM. 500.—. Herrn Direktor Lucas-Dresden werden als Beihilfe zur Durchführung von Versuchen betr. Pelzkaltlagerung RM. 500.— zur Verfügung gestellt. Dem Kältetechnischen Institut Karlsruhe wird der gleiche Betrag bewilligt; er darf nach Maßgabe der vorhandenen Mittel auf RM. 1000.— erhöht werden.

3. Vorstandswahlen. Der Vorsitzende verliest den § 16 der Satzungen, Abs. 3 und 4, und teilt mit, daß ihm aus Mitgliederkreisen ein Schreiben zugegangen ist, wonach bei den Wahlen ein häufigerer Wechsel im Vorstand gewünscht wird; der Hamburger Bezirks-Verein habe jedoch beschlossen, Herrn Direktor Heyroth zur Wiederwahl zu stellen. Aus der Versammlung wird Herr Altenkirch genannt, der aber ersucht, von seiner Wahl abzusehen, worauf die Versammlung die ausscheidenden Herren Brandt, Heyroth und Meckel durch Zuruf wiederwählt. Sie nehmen die Wahl an.

4. Obmann der Arbeits-Abteilung I: Durch Zuruf wird Herr Direktor Prof. Dr. Henning wiedergewählt, der die Wahl dankend annimmt.

5. Wahl der Rechnungsprüfer. Da Herr Ober-Ing. C. L. Hoffmann eine etwaige Wiederwahl aus beruflichen Gründen abgelehnt hat, wird an seine Stelle durch Zuruf Herr Fabrikbesitzer W. Rohrbeck-Berlin gewählt und Herr Direktor P. Hennig-Berlin wiedergewählt.

6. Berichte der Arbeits-Abteilungen und Ausschüsse.

Abt. I. Herr Prof. Henning verweist auf die gestrigen Verhandlungen.

Abt. II. Die Sitzung wird sich an den geschäftlichen Teil anschließen.

Der Obmann, Herr Direktor Hippenmeyer-Wiesbaden, geht auf die Leuchtgasexplosion in der Landsberger Allee, Berlin (5. Januar 1928) ein und drückt sein Bedauern darüber aus, daß manche Tageszeitungen sofort die Ammoniakmaschinen als Ursache bezeichnen und sogar sachliche Berichtigungen nicht oder doch nur sehr ungern aufnehmen

Abt. III. Der Obmann, Herr Dr. Bützler-Köln, bezieht sich auf die gestrigen Verhandlungen und verliest den nachstehenden Bericht:

Die Arbeits-Abt. 3 hat im verflossenen Berichtsjahre zu berichten über die stärkere Verwendung von Tiefkühlanlagen für Milch in landwirtschaftlichen Betrieben. Diese Anlagen gewinnen immer mehr Verbreitung namentlich in den Abmelkwirtschaften in der Umgebung von Großstädten. Köln hat für Vorzugsmilch seit dem 1. Mai d. J. maschinelle Tiefkühlung vorgeschrieben. Die Milch darf nicht über 8° C angeliefert werden. Einen Vortrag über diese Kleinkälte-Anlagen, vom Rheinischen Kälteverein aus veranstaltet, hat Herr Ober-Ingenieur Reif-Düsseldorf im landwirtschaftlichen Kasino und in der Lokalabteilung gehalten. Er hat sämtliche Systeme von Kleinkälteanlagen behandelt und an der Hand von Zeichnungen ausführlich erklärt. Jedenfalls hat der Vortrag zu manchen Bestellungen bei den verschiedenen Fabriken Veranlassung gegeben. Auch in der Nahrungsmittelbranche, besonders in den Metzgereien, Konditoreien und Restaurants, finden Kleinkälteanlagen immer mehr Eingang. In der Kölner »Pressa« sind folgende Anlagen aufgestellt:

1. Messehof, Kühlanlage der Firma Geka, Gesellschaft für Kälteanlagen m. b. H., 80000 Kalorien. Die Kälte wird durch diverse Keller und zwei Stockwerke geleitet.
2. Rheinrestaurant. Allgemeine Kühlanlage der Firma Geka, Gesellschaft für Kälteanlagen m. b. H. 40000 Kalorien,
   Konditorei-Kühlanlage Brown, Boveri, 6000 Kal.
   Konditorei-Kühlanlage Brown, Boveri, 3000 Kal.
   Automatische Kühlschränke der Maschinenfabrik Sürth-Linde, 3000 Kalorien.
   Vorstehende Anlagen sind städtisch.
3. Park-Restaurant, 2 Kühlanlagen Gebr. Bayer, je 12000 Kalorien.
   Konditorei-Anlage interessant.
4. Hacke-Restaurant (Jungmühle) Freundlich, Düsseldorf, 2 Kühlanlagen, 15000 und 12000 Kal.
5. Volksspeisehaus, Große Kühlanlage Nordpol (durch Eis gekühlt).
6. Weißhappel, Wien, Kühlanlage, ca. 8000 Kal. Wurstfabrikation nebst Räucherei.
7. Alpendorf, Kühlanlage Geka, 40000 Kalorien. Antrieb mit neuestem Deutzer Diesel-Motor.
8. Alkoholfreies Restaurant Im Grünen Winkel (Stadtverband Kölner Frauenvereine), Original amerikanische Soda-Fontaine mit Frigidaire-Kühlmaschine, ferner 2 Kühlschränke Elektrolux.

Dies ist ein Beweis, daß bei uns die Tiefkühlanlage Boden gewinnt und in solchen Betrieben dem Eisschrank Konkurrenz macht. Eine Anregung von Direktor Lucas-Dresden betrifft die Pelzkühlung, die in allen Großstädten viel Interesse findet. Er beklagt den Uebelstand, daß Schädlinge wie Motten und Käfer bezw. deren Eier und Larven mit den Pelzen eingeliefert, in der gekühlten Luft nicht abgetötet werden, sondern gleichsam nach einem »Sommerschlaf« wieder aufleben und ihr schädliches Wesen weitertreiben.

Für die nächste Hauptversammlung soll ein Vortrag über dieses aktuelle Thema vorgesehen werden. Der Vorstand des D. K. V. hat einen Zuschuß von 500 M. zur Bearbeitung dieser Aufgabe bewilligt, die Reg.-Rat Dr. Zacher, Vorsteher des Laboratoriums für Vorrats- und Speicherschädlinge, Berlin, im Auftrage des Reichsbundes Deutscher Kürschner, Bezirksverband Berlin und Brandenburg, ausführt.

Normungsarbeiten.

a) Herr Prof. Plank-Karlsruhe: Die Arbeiten für die Neuauflage der Leistungsregeln nähern sich ihrem Abschluß; mit dem Erscheinen des Heftes kann gegen Ende des Jahres gerechnet werden.

b) Eiszellen: Für den in Paris bestehenden Ausschuß werden die Herren A. Freundlich-Düsseldorf und W. Rohrbeck-Berlin als deutsche Vertreter ernannt.

c) Rippenrohre: Der Vorsitzende verweist auf die am Montag, 25. Juni im Senatssaal der Technischen Hochschule Danzig stattfindende Ausschuß-

sitzung und ersucht um zahlreiche Beteiligung. Herr Dipl.-Ing. A. Besag-Berlin gibt einen Bericht über den derzeitigen Stand der Arbeit und über die zunächst erforderlichen Schritte. Für die Durchführung von Versuchen stehen beschränkte Mittel zur Verfügung.

d) Armaturen: Herr Dipl.-Ing. J. Schindler-Tegel ersucht die Mitgliedsfirmen um präzise Beantwortung seiner Anfragen und Rundschreiben, da ihm sonst die Vertretung des DKV in den Ausschüssen kaum möglich ist. Als Mitglieder der Fachausschüsse (Rippenrohre, Armaturen, Flanschen usw.) werden außer Herrn Schindler noch die Herren Besag und Richter gewählt.

e) Kühl- und Eisschränke. Herr Professor Plank-Karlsruhe hält die Herausgabe von einheitlichen Prüfungsgrundsätzen für wünschenswert. Die Versammlung stimmt dem zu und wählt zu diesem Zweck die Herren Plank, Dr. Krause, Direktor Richter (Mannesmann), Rohrbeck und Pohlmann.

f) Wärme- und Kälteschutz. Herr Dr.-Ing. Cammerer vertritt den Verein in dem für diese Materie geschaffenen Fachausschuß des Deutschen Normenausschusses.

7. Ort der nächsten Hauptversammlung. Herr Prof. Dr. Merkel-Dresden wiederholt die vorjährige Einladung. Die Wahl fällt einstimmig auf Dresden.

8. Verschiedenes. Herr Stadtrat Dr. Hartwig-Chemnitz bringt den Fall zur Sprache, daß sich der Boden eines Gefrierraumes im Laufe der Zeit gehoben und dadurch Gebäudebeschädigungen verursacht hat, Die Aussprache ergibt, daß der Boden nicht oder doch nur ungenügend isoliert war, weshalb in solchen Fällen Vorsicht am Platze ist.

Damit ist die Tagesordnung der Hauptversammlung erschöpft, und es folgt programmäßig die Sitzung der Arbeits-Abt. II.

Herr Direktor Hippenmeyer erteilte das Wort Herrn Prof. Dr. Merkel-Dresden zu seinem Vortrag »Das Diagramm zur Berechnung der Absorpt.-Kältemaschine.« Der mit Lichtbildern ausgestattete Vortrag wurde mit großem Beifall aufgenommen; er wird in der Vereins-Zeitschrift veröffentlicht werden In der Aussprache gab Herr Prof. Plank seiner Freude darüber Ausdruck, daß die Absorptions-Maschinen in letzter Zeit wieder das wohlverdiente regere Interesse gefunden haben.

(Der weiter vorgesehene Vortrag mußte wegen Behinderung des Herrn Dr.-Ing. Nesselmann ausfallen.)

Der Vorsitzende dankt den Teilnehmern und Veranstaltern und schließt die Tagung.

Auf Grund der Danziger Wahlen und gemäß Vorstandsbeschluß tritt in der Zusammensetzung des Vorstandes keine Aenderung ein.

Vorsitzender .	Herr Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. H. Lorenz-Danzig
Stellvertreter	Herr Ober-Ing. H. Meckel-Berlin
Schriftführer . .	Herr Ober-Ing. A. Kaufmann-Berlin
Stellvertreter	Herr Direktor R. Pabst-Köln
Schatzmeister. .	Herr Dir. E. Brandt-Hermsdorf/Berlin
Stellvertreter . .	Herr Direktor G. Heyroth-Hamburg
	Herr Direktor Dr. Fr. Linde-München
	Herr Direktor A. Lucas-Dresden
	Herr Prof. Dr.-Ing. R. Plank-Karlsruhe

In der gleichen gediegenen Weise wie die Hauptversammlung und die Sitzungen der Arbeitsabteilungen verliefen auch die gesellschaftlichen Veranstaltungen, beginnend mit dem vom Hohen Senat gegebenen Begrüßungsabend im Artushof (Freitag, 22. Juni), wo Herr Senator Runge den Verein mit herzlichen Worten willkommen hieß. Herr Geh.-Rat Lorenz dankte für den überaus freundlichen Empfang und ging hierbei des näheren auf die auch vom Vorredner betonten eigenartigen Zeitverhältnisse ein. Das mit Begeisterung gesungene Deutschlandlied bot allen Teilnehmern Gelegenheit, jenen Gedanken und Gefühlen Ausdruck zu geben. Nach Schluß der sich bis in die späten Nachtstunden erstreckenden Feier wurden die Teilnehmer durch die ein wunderbares Bild bietende Beleuchtung des ehrwürdigen alten Rathausturmes überrascht.

Am Abend des Hauptversammlungstages (Sonnabend, 23. Juni) fanden sich die Teilnehmer — Mitglieder und Gäste — zu einem Festessen im Kasino-Hotel, Zoppot, zusammen. Auf die Begrüßungsansprache des Herrn Geh.-Rat Lorenz antwortete Herr Senator Runge mit zündenden Worten, die in ein Hoch auf den Verein ausklangen. Weitere Reden des Herrn Prof. Plank, der den Vorsitzenden feierte, und des Herrn Dir. Brandt, der das Wohl der Damen ausbrachte, trugen zur Erhöhung der Feststimmung bei, und noch lange blieben die Teilnehmer in angeregtester Unterhaltung beisammen, wenn sie nicht vorzogen, den benachbarten Spielsälen einen Besuch abzustatten.

Der Sonntag vereinigte viele Mitglieder zu einem äußerst lohnenden Rundgang durch die interessantesten Stätten und Bauwerke der alten Hansastadt unter der sachverständigen Führung des Herrn Reg.-Baumeisters Volmar. Man hatte sich im weißen Saal des Rathauses versammelt, wo Herr Volmar den Rundgang durch eine ausgezeichnete, die geschichtliche Entwicklung wiedergebende Ansprache einleitete, und allen Teilnehmern wird gerade auch dieser Teil des durchweg wohlgelungenen Programms in dauernder dankbarer Erinnerung bleiben. Nach gemeinsamem Mittagessen im Ratskeller und Dampferrückfahrt nach Zoppot fanden die örtlichen Veranstaltungen ihren Abschluß.

Am Montag, den 25. Juni 1928 fand ein Ausflug nach Marienburg statt.

Zur verabredeten Zeit hatten sich im Hofe der Ordensburg etwa 12 Tagungsteilnehmer eingefunden, die unter der ausgezeichneten Führung von Herrn Direktor Heidt-Marienburg das gewaltige Bauwerk aus der Zeit des Deutschen Ritterordens besichtigten.

Ein darauffolgendes Frühstück im »König von Preußen« bildete den Abschluß der wohlgelungenen Tagung.

Der Schriftführer:	Der Vorsitzende:
gez. Kaufmann	gez. Dr. H. Lorenz

Dem vorliegenden Heft ist ein Prospekt der **Eilenburger Motorenwerke, Aktiengesellschaft, Eilenburg,** beigefügt.

Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1893 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

Schriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W.
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

8. Heft **Berlin W. 9, im August 1928** **35. Jahrgang**

Inhalt:

Abhandlungen, Vorträge, Berichte. Rohrwiderstand und Wärmeübergang. Von H. Lorenz. S. 149. — Die Berechnung der Absorptionskältemaschine. Von Prof. Dr. Ing. Friedrich Merkel, Dresden. (Schluß). S. 154. — Ueber die Bedeutung der deutschen Eisindustrie. Von Wilhelm Rohrbeck, Berlin-Reinickendorf. S. 158. — Der automatische Betrieb von Kältemaschinen. Von Dipl.-Ing. S. Jung, Elberfeld. S. 161. — Die gegenwärtige Lage der Versorgung Deutschlands mit Gefrierfleisch. Von Dr. E. Kallert, Hamburg. S. 163.

Zeitschriftenbericht. S. 167. — **Bücherbericht.** S. 167.

Wirtschaftliche Nachrichten. S. 168.

Patentberichte. S. 168.

Deutscher Kälte-Verein. S. 171. —

Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

Rohrwiderstand und Wärmeübergang

Von H. Lorenz.

Vorgetragen auf der Hauptversammlung des Deutschen Kälte-Vereins in Danzig 1928.

1. Steht irgend ein ruhender Körper unter einem allseitig gleichen Drucke auf seine Oberfläche, so pflanzt sich dieser durch den ganzen Körper nach allen Richtungen fort, sodaß also im Innern nur von der Richtung unabhängige Normalspannungen herrschen. Werden dagegen die einzelnen Körperteile gegeneinander verschoben, so treten in den Gleitflächen Schubspannungen auf, welche sich der Bewegung widersetzen. Bei festen Körpern sind diese Widerstandskräfte dem Normaldrucke in der Gleitfläche verhältnisgleich und fast unabhängig von der Geschwindigkeit, mit der die Verschiebung vonstatten geht. Bei Flüssigkeiten aber wächst die Schubspannung mit dem Geschwindigkeitsgefälle in den gegeneinander verschobenen Schichten. Ein derartiges Geschwindigkeitsgefälle wird anderseits bedingt durch das Haften der Flüssigkeit an der Oberfläche der mit ihr in Berührung befindlichen festen Körper, also insbesondere an den Begrenzungswänden einer Strömung. Das Haften wiederum ist als eine Folge der Molekularkräfte zwischen der festen Oberfläche und der berührenden Flüssigkeitsschicht anzusehen und führt auf eine stetige Aenderung der Geschwindigkeit an diesen Stellen.

Zur Aufrechterhaltung einer Flüssigkeitsbewegung sind demnach in der Stromrichtung Kräfte notwendig, die bei offener Strömung (in Flüssen und Kanälen) durch das Spiegelgefälle, bei geschlossener Strömung (in Rohren) durch das Druckgefälle und im Falle gegenseitiger Verschiebung der Begrenzungswände mit einer flüssigen Zwischenschicht (Oelschicht zwischen Zapfen und Lagerschale) durch eine Schubkraft dargestellt werden.

2. Bei langsamer Strömung unter geringem Gefälle oder kleiner Schubkraft spielt die Oberflächenbeschaffenheit der festen Begrenzung keine Rolle, da deren Rauhigkeiten durch die an der Wand hinschleichenden Stromfäden eingehüllt und von den rascher bewegten Teilen abgesperrt werden. Die einzelnen Stromfäden verlaufen alsdann, wie man durch Beigabe von Farbtropfen oder von feinem Pulver in Glasgefäßen und Röhren feststellen kann, ungestört parallel zur Wand, weshalb man auch in diesem Falle von einer schleichenden oder Parallelströmung spricht.

Die Gesetze dieser Bewegungsform lassen sich aus der schon von Newton aufgestellten Verhältnisgleichheit der Schubspannung τ mit dem Geschwindigkeitsgefälle $dv:dr$ senkrecht zur Bewegungsrichtung

$$\tau = \mu \frac{dv}{dr} \qquad (1)$$

worin μ die sog. Zähigkeit bedeutet, ableiten und sind auch lange bekannt (Poiseuille 1840, Neumann 1860). Es ergibt sich für Rohre im Achsenabstand r mit der allgemeinen Beziehung für das Druckgefälle $dp:dz$ in der Bewegungsrichtung z

$$-\frac{\delta p}{\delta z} r = \frac{\delta (\tau v)}{\delta r} \qquad (2)$$

aus der Unveränderlichkeit dieses Gefälles in Verbindung mit (1) und der Bedingung des Haftens an der Wand sowie mit dem Rohrhalbmesser r_0

$$-r_0^2 \frac{\delta p}{\delta z} = 4 \mu v_1 = 8 \mu w, \qquad \frac{v}{v_1} = 1 - \frac{r^2}{r_0^2} \qquad (3)$$

also eine parabolische Geschwindigkeitsverteilung mit dem Höchstwert v_1 in der Achse und einem dem Druckgefälle verhältnisgleichen Mittelwert w (Abb. 1)

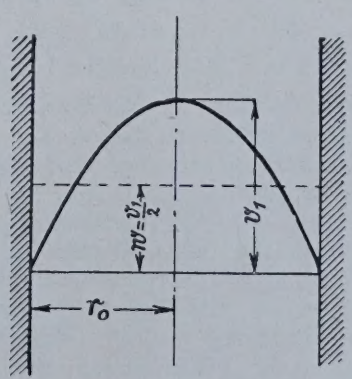


Abb. 1.

Eine solche Geschwindigkeitsverteilung erhält man auch für die schleichende Strömung zwischen festen

parallelen Wänden, während im Falle der gegenseitigen Verschiebung dieser Wände bei ungeändertem Abstand, oder der Drehung zweier koachsialer Zylinder ineinander in der flüssigen Zwischenschicht sich eine lineare Geschwindigkeitsverteilung einstellt.

3. Ueberschreitet dagegen die Strömungsgeschwindigkeit oder die der relativen Verschiebung der Parallelwände einen gewissen Wert, so bilden sich an den Wänden sog. Wirbelballen, die in das Innere der Strömung übertreten und durch Zerstörung der Stromfäden die Parallelströmung aufheben, was deutlich aus der Mischung von Farbfäden mit der Umgebung oder aus der Durcheinanderwirbelung eingeführten Pulvers in Glasröhren erkennbar ist. Den Anlaß zu dieser Erscheinung der sog. Turbulenz bilden die Rauhigkeiten der Wand, die wir uns in der Annäherung als eine Aufeinanderfolge von Verengungen und Erweiterungen (Abb 2) derart zu

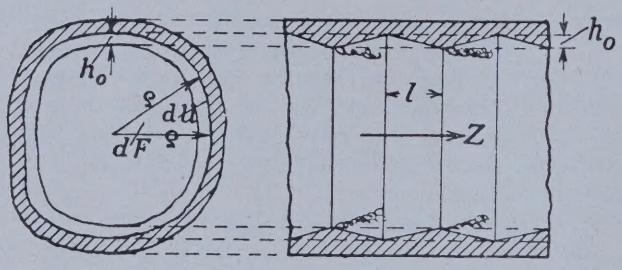


Abb. 2.

denken haben, daß der Zuwachs der Stromenergie in der Verengung in Wirbelenergie übergeht und als solcher dort durch innere Reibung aufgezehrt wird, also bei der Strömung immer von neuem durch das Druckgefälle zu bestreiten ist. Alsdann gilt für die Strömung mit der Mittelgeschwindigkeit w

$$\frac{-g}{\gamma}\cdot\frac{\delta p}{\delta z}=\frac{dw}{dt}=w\cdot\frac{dw}{dz} \qquad (4)$$

während die Kontinuität auf die Beziehung

$$w\cdot F=C,\qquad F\,dw=w\cdot dF=w\cdot U\,dn \qquad (5)$$

führt, wenn F den Rohrquerschnitt, U den benetzten Umfang und dn die unendlich kleine Normalverengung bedeutet. Unter Einführung des sog. hydraulichen Radius r_0 und einer Wandrauhigkeit λ_0 durch die Gleichungen

$$\frac{2F}{U}=r_0,\quad 4\frac{dn}{dz}=\lambda_0 \qquad (6)$$

folgt alsdann aus der Verbindung von (4) mit (5)

$$-\frac{\delta p}{\delta z}=\gamma\frac{w^2}{g}\frac{dF}{F dz}=\gamma\frac{w^2}{g}\cdot\frac{U}{F}\frac{dn}{dz}=\gamma\cdot\frac{\lambda_0}{r_0}\cdot\frac{w^2}{2g} \qquad (7)$$

also ein mit dem Quadrat der Mittelgeschwindigkeit w wachsendes Druckgefälle. Da über die Querschnittsform keine Voraussetzung getroffen wurde, gilt dieses Gesetz sowohl für geschlossene Rohre, als auch für offene Strömungen und solche zwischen parallelen Wänden als Grenzfall, und wird auch als Ergebnis langjähriger Erfahrung in der Hydraulik für turbulente Strömungen verwendet. Die Wirbelbildung am Rande der turbulenten Strömung bedingt naturgemäß dort ein im Vergleich zur schleichenden viel steileres Geschwindigkeitsgefälle, während über den größten Teil des Stromquerschnittes die Geschwindigkeit gleichmäßig verteilt ist. (Abb. 3.)

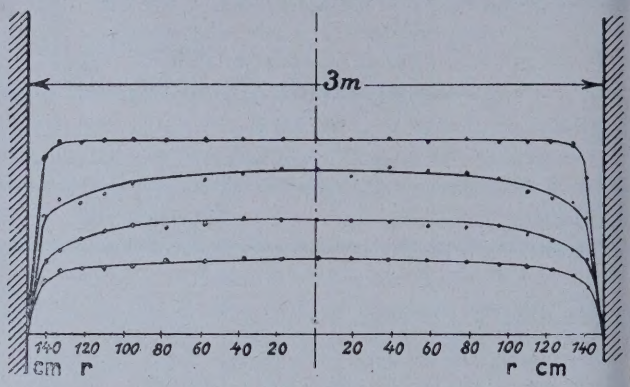


Abb. 3.

Im Falle der Strömung v längs einer rauhen Ebene von der Breite b dürfen wir in der Grenzschicht von der Dicke dn eine lineare Geschwindigkeitsverteilung, also eine Mittelgeschwindigkeit v/2 annehmen und erhalten so infolge des Mitreißens der in der Grenzschicht festgehaltenen Flüssigkeitsmasse dm den Widerstand

$$dW=v\cdot d\left(\frac{dm}{dt}\right)=\frac{\gamma}{g}\frac{v^2}{2}\cdot b\cdot dn \qquad (4a)$$

oder mit $dF=b\cdot dz$ die Schubspannung an der Fläche unter Beachtung von (6)

$$\frac{dW}{dF}=\tau=\frac{dn}{dz}\cdot\frac{\gamma v^2}{2g}=\frac{\lambda_0}{4}\cdot\frac{\gamma v^2}{2g} \qquad (7a)$$

also ein Viertel des Widerstandsbeiwertes λ_0 im Rohre.

Dies steht im vollen Einklang mit den Schleppversuchsergebnissen von Gehlers und Kempff an Platten[1]).

4. Nachdem wir festgestellt haben, daß für die Strömung wirklicher d. h. zäher Flüssigkeiten je nach der Größe der mittleren Geschwindigkeit zwei ganz verschiedene Bewegungsgesetze möglich sind und auch wirklich auftreten, entsteht die Frage nach dem Giltigkeitsbereiche beider, bzw. nach der Uebergangsstelle. Setzt man zu diesem Zwecke die Druckgefälle aus (3) und (7) einander gleich, so erhält man die reine Zahl

$$\lambda_0\frac{w\cdot r_0\cdot\gamma}{\mu\cdot g}=\lambda_0\cdot R=16 \qquad (8)$$

worin R eine nach dem Engländer Reynolds benannte dimensionslose Kennzahl bedeutet, welche zum Vergleich verschiedener Strömungsvorgänge dienen kann. Da nun z. B. für glatte Rohre $0{,}008<\lambda_0<0{,}01$ ist, so würde nach (8) die der Uebergangsstelle entsprechende kritische Kennzahl $1600<R_K<2000$ sein müssen, während die neueren Messungen hierfür $R_K=1160$ ergeben haben. Dieser Widerspruch erklärt sich einfach aus der Tatsache, daß Gl. (8) mit unveränderlichem λ_0 nur einen Grenzzustand, und zwar für große, streng genommen unendlich große Werte von w bezw. R darstellt. Für die allgemeine Strömung schreibt man darum allgemeiner mit einem veränderlichen, d. h. von w bezw. R selbst abhängigen Beiwert unter Vorbehalt der Bestimmung der Funktion $\lambda=\lambda(R)$

[1]) Dr. G. Kempff, Neuere Erfahrungen im Schiffsversuchswesen, Jahrb. d Schiffb. Ges. **28**, 162, 1927 sowie Reibungswiderstand an Flächen verschiedener Form. Proc. I. International Congress of Applied Mechanics. Delft 1924.

$$-\frac{dp}{dz}=\frac{\lambda}{r_0}\cdot\frac{\gamma w^2}{2g} \text{ oder } -\frac{2}{w}\cdot\frac{dp}{dz}\cdot\frac{r_0^2}{\mu}=\lambda R \quad (9)$$

Man hat auch versucht, die allgemeine Strömung durch eine aus der Verbindung von (3) und (7) hervorgehende Formel (Hagen 1839)

$$-\frac{dp}{dz}=\zeta_1\cdot\frac{w}{r_0^2}+\zeta_2\cdot\frac{w^2}{r_0} \quad (9a)$$

oder noch kürzer durch eine Potenzformel (Woltmann 1790, Blasius 1912)

$$-\frac{dp}{dz}=\zeta_3\cdot\frac{w^{7/4}}{r_0^{5/4}} \quad (9b)$$

wiederzugeben, ohne indessen damit mehr als eine streckenweise Uebereinstimmung mit der Erfahrung zu erzielen. Da sich schon die Exponenten der letzten Formel nicht exakt begründen lassen, und auch die Beiwerte ζ_1, ζ_2, ζ_3 nur aus Versuchen ermittelt werden können, so sind die Formeln (9a) und (9b), wie überhaupt die meisten in der Hydraulik benutzten Gleichungen als rein empirisch zu betrachten und besitzen keinen wissenschaftlichen Wert. Dasselbe gilt auch von mehrfachen Ansätzen über die offenbar zwischen der parabolischen und gleichförmigen liegende Geschwindigkeitsverteilung im Querschnitt beim Uebergang vom kritischen Zustand in die reine Turbulenz, die wir darum gar nicht erst anschreiben wollen.

5. Hätten wir es mit einer idealen Flüssigkeit zu tun, so wäre infolge des auch für diese giltigen Haftens an der Wand eine trapezförmige Geschwindigkeitsverteilung im Querschnitt mit einem Randwirbel in der von Prandtl (1904) entdeckten sog. Grenzschicht von der Dicke h und einem gleichförmigen Kernstrom von der Geschwindigkeit v, möglich, ganz entsprechend der magnetischen Feldstärke im Innern eines Solenoids, dessen stromdurchflossene Wickelung den Randwirbel t trägt. In einem Kreisrohre vom Halbmesser r hätte man alsdann für die mittlere Geschwindigkeit

$$\frac{w}{v_0}=1-\frac{h}{r_0}+\frac{1}{3}\frac{h^2}{r_0^2} \quad (10)$$

während für die langsam bewegte zähe Flüssigkeit die parabolische Geschwindigkeitsverteilung mit dem aus der ersten Gl. (3) ersichtlichen Verhältnis $w:v_1=1:2$ gilt. Hierbei erfüllen wegen des überall endlichen Wertes von τ nach Gl. (1) und (2) die Elementarwirbel die ganze Strömung, sodaß in diesem Falle die Grenzschicht bis zur Achse reicht, ohne daß ein Kernstrom zur Ausbildung gelangt. Dies tritt unter Zusammenziehung der Grenzschicht vielmehr erst nach Ueberschreiten der kritischen Kennzahl R_K ein,

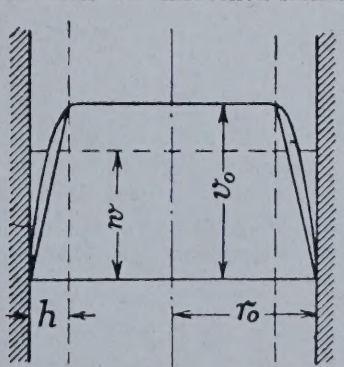


Abb. 4.

wobei infolge des zunehmenden Randgefälles bei gleicher Mittelgeschwindigkeit das Profil eine Abflachung erfährt. Der gemeinsame Einfluß der Zähigkeit und der Wirbelablösung in der Grenzschicht bedingt naturgemäß Abweichungen von der durch (10) gekennzeichneten Trapezform, (Abb. 4) der wir durch den etwas allgemeineren Ansatz

$$\frac{w}{v_0}=1-k_1\cdot\frac{h}{r_0}+k_2\cdot\frac{h^2}{r_0^2} \quad (11)$$

mit zwei aus den Grenzbedingungen zu bestimmenden Beiwerten k_1 und k_2 genügen.

Außerdem aber wird durch dieselben Einflüsse die scheinbare Zähigkeit in der Grenzschicht vergrößert, sodaß wir dort mit $\mu_0>\mu$

$$\tau_0=\mu_0\cdot\frac{v_0}{h} \quad (12)$$

und daraus für das gleiche Druckgefälle über den ganzen Querschnitt, welches durch die sich ausgleichende Querbewegung gefordert wird,

$$-\frac{\delta p}{\delta z}=\frac{2\mu_0\cdot v_0}{r_0\cdot h}=\frac{\lambda_0\cdot\gamma\cdot v_0^2}{2g\cdot r_0}, \quad h\cdot v_0=\frac{4g\cdot\mu_0}{\gamma\cdot\lambda_0} \quad (13)$$

erhalten, wobei der Kernstrom wegen der Unabhängigkeit von der Grenzschichtdicke dem rein quadratischen Widerstandsgesetze für den Grenzfall folgt. Es heißt das nichts anderes, als daß das Druckgefälle zum Ausgleich der Fliehkraft des Bruchteiles λ_0 der Gesamtströmung auf krummen Querbahnen mit dem Rohrdurchmesser als mittlerem Krümmungsarm dient. Hiernach ist das Produkt $h\cdot v_0$ beständig, d. h. die Grenzschichtdicke nimmt von $h=r_0$ bis $h=0$ im verkehrten Verhältnis der Kerngeschwindigkeit zwischen dem kritischen Werte und $v_0=\infty$ asymptotisch ab. Schalten wir nun durch die zweite der Gl. (13) die Kerngeschwindigkeit v_0 aus (11) aus und ersetzen gleichzeitig mittels (8) w durch die Reynoldsche Kennzahl, so ergibt sich die quadratische Gleichung für $r_0:h$

$$\frac{r_0^2}{h^2}-\frac{r_0}{h}\left(k_1+\frac{\mu}{\mu_0}\cdot\frac{\lambda_0 R}{4}\right)+k_2=0 \quad (14)$$

mit zwei Wurzeln, von denen, da $r_0:h$ mit wachsendem R unbegrenzt zunimmt nur die mit dem positiven Vorzeichen in Betracht kommt. Andererseits haben Werte $(r_0:h)<1$ keinen Sinn, da die Grenzschicht höchstens das ganze Rohr erfüllen kann, was gerade dem kritischen Zustand $R=R_K$ und der darunter liegenden schleichenden Strömung entspricht, für welche die Wurzel imaginär wird. Damit erhalten wir die Grenzbedingungen

$$\frac{1}{2}\left(k_1+\frac{\mu}{\mu_0}\cdot\frac{\lambda_0\cdot R_K}{4}\right)=1=k_2 \quad (14a)$$

Andererseits folgt aus der Verbindung von (9) mit (13) für den kritischen Zustand $h=r_0$

$$\lambda w^2=\lambda_0\cdot v_0^2, \quad \lambda\cdot\lambda_0\cdot R_K^2=16\frac{\mu_0^2}{\mu^2} \quad (15)$$

womit auch das Verhältnis $\mu_0:\mu$ ausgeschaltet werden kann. Als Ergebnis folgt alsdann für das Kreisrohr das turbulente Widerstandsgesetz

$$\lambda R=16\frac{R_K}{R}\left\{1+\frac{\sqrt{\lambda_0 R_K}}{8}\left(\frac{R}{R_K}-1\right)+\sqrt{\left[1+\frac{\sqrt{\lambda_0 R_K}}{8}\left(\frac{R}{R_K}-1\right)\right]^2-1}\right\}^2 \quad (16)$$

womit zugleich die Beziehung $\lambda = \lambda(R)$ festgelegt ist. Bemerkenswert ist, daß hierin nur noch als Festwerte die Wandrauhigkeit und die kritische Kennzahl erscheinen, von denen die letztere noch berechnet werden soll. Der vorstehende Gedankengang läßt sich ohne weiteres auch auf die turbulente Strömung zwischen festen und bewegten Parallelwänden übertragen und liefert dafür Ausdrücke, die sich nur durch Zahlenwerte von (16) unterscheiden.

Aus (16) folgt ferner

$$\left(\frac{d(\lambda R)}{dR}\right)_{R_K} = \infty \left(\frac{d(\lambda R)}{dR}\right)_{\infty} = \lambda_0 \qquad (16a)$$

d. h. ein plötzlicher Uebergang der schleichenden in die turbulente Strömung im kritischen Zustand R_K sowie eine asymptotische Näherung an das quadratische Widerstandsgesetz (7)

Die Gleichung dieser Asymptote ist

$$\lambda R = 16\sqrt{\lambda_0 R_K} - \lambda_0 (2R_K - R) \qquad (16b)$$

mit der durch die zweite Gl. (16) gegebenen Neigung λ_0. Da der kritische Punkt R_K mit der Ordinate $\lambda R_K = 16$ von der Rauhigkeit λ_0 unabhängig ist, so müssen die Turbulenzkurven für alle Werte von λ_0 in diesem Punkt zusammenlaufen, was durch die Erfahrung bestätigt wird. Ihre Asymptoten hüllen, wie man durch Ableitung von (16b) nach λ_0 und Ausschaltung dieser Größe feststellt, einen Hyperbelast ein (Abb. 5) von der Gleichung

$$\lambda R = \frac{64 R_K}{2R_K - R}, \qquad (16c)$$

welcher die Ordinatenachse im Punkte $\lambda R = 32$ schneidet und als Asymptoten die R-Achse und die Ordinate für $R = 2R_K$ besitzt.

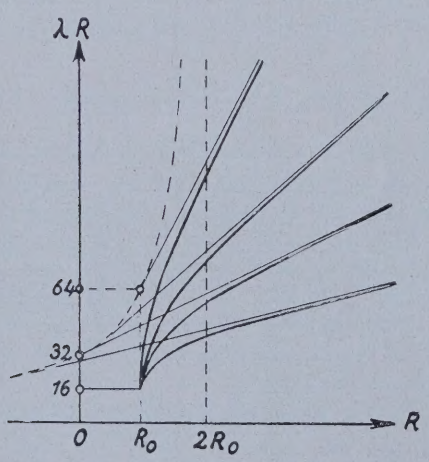


Abb. 5.

Beispielsweise erhält man für glatte Rohre mit $\lambda_0 = 0{,}01$ und $R_K = 1160$

$$\lambda_0 R_K = 11{,}6;\ \sqrt{\lambda_0 R_K} = \frac{\mu_0}{\mu} = 3{,}4;\ 16\sqrt{\lambda_0 R_K} - 2\lambda_0 R_4 = 31{,}2$$

und daraus einen Kurvenverlauf von (16), der sich nach Abb. 6 mit Versuchsergebnissen von Saph-Schoeder mit Wasser und von Fritzsche mit Luft bei R=21000 recht gut deckt.

6. Nachdem wir das Widerstandsgesetz der turbulenten Strömung ermittelt haben, bleibt noch die Berechnung der kritischen Kennzahl R_K übrig, die

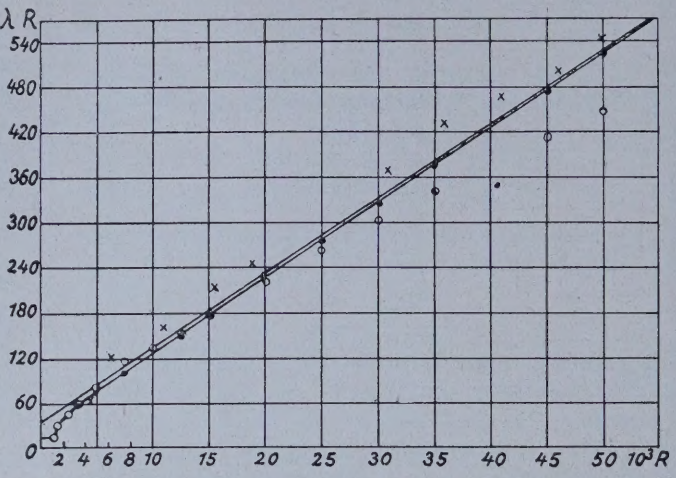


Abb. 6.

für jede Stromform einen von den Flüssigkeitseigenschaften und der Rohrrauhigkeit unabhängigen Wert besitzt. Hierzu müssen wir die Energie kennen, welche zur Bildung und Querbewegung der am Rande entstehenden Wirbelballen aufzuwenden ist. Diese Wirbelballen bestehen nur in einem mit konstanter Winkelgeschwindigkeit rotierenden Kern vom Halbmesser r_1 und einer Zirkulationshülle vom Halbmesser r_2, in der nach dem zweiten Kepplerschen Gesetz das Moment der Umlaufsgeschwindigkeit u r erhalten bleibt. Da die Umfangsgeschwindigkeit der Hülle durch Abrollen entsteht, so wird sie ebenso wie die der Querbewegung mit der Kerngeschwindigkeit w, übereinstimmen, woraus dann für die Masseneinheit eines Wirbelballens eine Gesamtwucht

$$U = \frac{1}{2} v_0^2 \left\{ 1 + \frac{1}{2}\frac{r_2^2}{r_1^2} + \frac{r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} \lg \frac{r_2^2}{r_1^2} \right\} \qquad (17)$$

hervorgeht, die offenbar nur von dem Halbmesserverhältnis abhängt. Dieses aber kann für die einzelnen Ballen alle Werte von 1 bis ∞ annehmen und wird sich daher nach einer Exponentialfunktion über diese verteilen mit dem Mittelwerte $r_2 : r_1 = 2$. Damit wird dann die Gesamtwucht der auf die Masseneinheit entfallenden Wirbelballen

$$\lambda_0 \cdot U = \frac{\lambda_0 v_0^2}{2}\left(3 + \frac{4}{3}\lg 4\right) = 2{,}427 \cdot v_0^2 \cdot \lambda_0 \qquad (17a)$$

Andererseits folgt aus (16) für $R = R_K$ d. h. für den kritischen Zustand $\lambda R_K = 16$ und damit aus (18) und (15) in Verbindung mit (3)

$$\frac{2 v_1}{v_0} = \frac{\mu_0}{\mu}, \qquad \lambda_0 R_K = \frac{\mu_0^2}{\mu^2} = 4\frac{v_1^2}{v_0^2} \qquad (18)$$

sodaß zur Ermittelung von R_K die Kenntnis des Verhältnisses $v_1 : v_0$ d. h. des Scheitelwertes der parabolischen Geschwindigkeitsverteilung v_1 zu der Kerngeschwindigkeit der turbulenten Verteilung u im kritischen Zustande erforderlich ist. Dazu bedienen wir uns für letztere des Näherungsansatzes entspr. Abb. 7

$$\frac{U}{v_1} = \beta_2\left(1 - \frac{r^2}{r_0^2}\right) - \beta_1\left(1 - \frac{r}{r_0}\right) \qquad (19)$$

mit der Bedingung für die Volumengleichheit

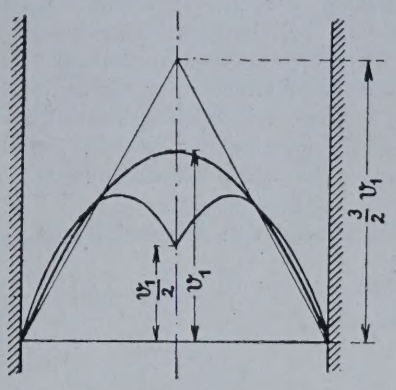


Abb. 7.

$$w=\frac{v_1}{2}=\frac{1}{r_0^2}\int_0^{r_0} u\,d(r^2)=v_1\left(\frac{\beta_2}{2}-\frac{\beta_1}{3}\right) \qquad (19a)$$

und erhalten alsdann für den Energieunterschied beider Strömungsarten unter Stoßverlust

$$J=\frac{1}{2r_0^2}\int_0^{r_0}[v^2-u^2-(u-v)^2]\,d(r^2)=\frac{1}{r_0^2}\int_0^{r_0}(u\cdot v-u^2]\,d(r^2) \qquad (20)$$

worin die Veränderung von v durch die zweite Gl. (3) gegeben ist. Setzen wir diese aus (19) ein und benutzen die durch die Instabilität des kritischen Zustandes geforderte Minimalbedingung

$$\frac{\delta J}{\delta \beta_1}+\frac{\delta J}{\delta \beta_2}\cdot\frac{d\beta_2}{d\beta_1}=0, \qquad (20a)$$

so liefert die Rechnung für das Kreisrohr mit (19a)

$$\beta_1=\frac{3}{2};\ \beta_2=2;\ J=\frac{v_1^2}{120} \qquad (20b)$$

Dieser auf die Masseneinheit entfallende Energieunterschied kann nur zur Wirbelbildung verwendet sein, sodaß wir mit Hilfe von (17a), (18) und (20b) erhalten

$$J=\lambda_0\cdot U \text{ oder } R_K=240\cdot(3+\frac{4}{3}\lg 4)=1163{,}5$$

in überraschend genauer Uebereinstimmung mit den neuesten Messungen von Schiller.

Wenden wir dieselben Ueberlegungen mit dem allgemein giltigen Ausdruck (17) für die Wirbelballenenergie auf den sog. Couette'schen Fall der Zwischenschicht zweier ineinander rotierender Zylinder an, so ergibt sich ein ganz analoger Verlauf der Widerstandskurve mit einer auf die ganze Schichtdicke bezogenen kritischen Kennzahl $R_K=750$, gegenüber dem gemessenen Wert von 890. Der Unterschied erklärt sich hier zweifellos aus der in der Theorie vernachlässigten endlichen Zylinderlänge und dem Einfluß der Fliehkraft.

7. Für das zylindrische Rohr läßt sich nun auch die lange gesuchte Abhängigkeit des Wärmeüberganges an die strömende Flüssigkeit von deren mittleren Geschwindigkeit bestimmen, wenn man beachtet, daß in der Formel (9)

$$\frac{1}{\gamma}\cdot\frac{dp}{dz}=\frac{\lambda}{r_0}\cdot\frac{w^2}{2g} \qquad (21)$$

die linke Seite den Energieverlust der Gewichtseinheit, Flüssigkeit auf der Längeneinheit bedeutet. Alsdann ist $\lambda : r_0$ der Bruchteil der strömenden Gewichtseinheit, welcher seine Strömungswucht durch Wirbelbildung verliert. Dieser Bruchteil bildet die Grenzschicht und nimmt dort eine Temperatur T' an, welche zwischen derjenigen T des Gesamtstromes und T_0 der Wand liegt, sodaß wir in erster Annäherung

$$2T'=T_0+T \qquad (22)$$

setzen dürfen. Werden die Wirbel mit dieser Temperatur wieder vom Gesamtstrom erfaßt nnd in diesem aufgelöst, so steigt durch diese Mischung die Stromtemperatur um dT, sodaß auf dem Wege dz

$$\frac{\lambda}{r_0}(T'-T)\,dz=dT \qquad (23)$$

oder wegen (22)

$$\frac{\lambda}{2r_0}(T_0-T)\,dz=dT \qquad (23a)$$

wird. Andererseits ist die von der Wand an die Flüssigkeit in der Zeiteinheit auf dem Wege dz übertragene Wärme mit der Uebergangszahl α

$$dQ=\alpha\,(T_0-T)\,2\pi r_0\cdot dz$$

wodurch das Flüssigkeitsgewicht $\pi r_0^2\cdot\gamma\cdot w$ mit der spez. Wärme bei konstantem Druck c_p die Temperaturerhöhung dT erfährt.

Es ist also

$$dQ=\pi r_0^2\cdot\gamma\cdot w\cdot c_p\cdot dT$$

oder in Verbindung mit der letzen Formel

$$2\alpha\,(T_0-T)\,dz=c_p\cdot\gamma\cdot w\cdot r_0\cdot dT \qquad (24)$$

Durch Division mit (23a) folgt aber hieraus die gesuchte Beziehung

$$4\alpha=\lambda\cdot\gamma\cdot c_p\cdot w \qquad (25)$$

zwischen der Wärmeübergangszahl α und dem Produkt $\lambda\cdot w$, dessen Veränderlichkeit aus den obigen Turbulenzuntersuchungen bekannt ist. Das Ergebnis (24) stimmt mit den Versuchen von Nusselt, Poensgen und a. recht gut überein und bildet somit eine weitere Stütze der oben entwickelten Theorie der turbulenten Strömung.

Zum Schlusse sei bemerkt, daß es bisher nicht gelungen ist, die Erscheinungen der Turbulenz auf hydrodynamischer Grundlage mit Ansätzen, die auf O. Reynolds zurückgehen und von H. A. Lorentz, Lord Raileigh, Sommerfeld u. a. wieder verfolgt wurden zu erklären oder formelmäßig zu erfassen. Insbesondere ergeben diese Untersuchungen weder die Instabilität im kritischen Zustande, noch auch der Größenordnung nach zutreffenden Werte der kritischen Kennzahl, sodaß dieser Weg wohl als aussichtslos anzusehen ist.

Als nächstes Ziel der hydraulischen Forschung erhebt sich nun der Energieumsatz in konisch divergenten Rohren, über die ein ziemlich umfassendes, aber recht uneinheitliches Versuchsmaterial vorliegt, welches insbesondere über die Rückströmungen am Rande noch keine befriedigende Auskunft erteilt. Aehnlich steht es mit der jetzt mehrfach studierten Strömung in Krümmern, die stets mit starken Randwirbeln behaftet ist und von einem Doppelwirbel im Querschnitt überlagert wird, der schraubenförmige Flüssigkeitsbahnen im Kernstrom zur Folge hat.

Literatur: H. Lorenz, Physik. Zeitschrift **26** 557, 1925; **27** 92, 533, 1926; **28** 446, 1927.

Van Iterson: De Ingener 1926.

Zusammenfassend für Versuchsergebnisse:

Hopf »Zähe Flüssigkeiten« im Handbuch der Physik von Geiger und Scheel Bd. VII, 1927 und für Theorie:

H. Lorenz: »Strömung und Turbulenz« im Handbuch der Physikalischen und Technischen Mechanik Bd. V 1927 mit ausführlichen Literaturangaben.

Die Berechnung der Absorptionskältemaschine

Von Professor
Dr. Ing. Friedrich Merkel, Dresden

(Schluß)

Der Vorgang im Verflüssiger und Verdampfer

Durch Verflüssiger, Regelventil und Verdampfer wandert das Ammoniak-Wassergemisch von der Zusammensetzung ξ_d. Es wird im Verflüssiger durch Entziehen der Wärmemenge $q_K = i_5 - i_6$ beim unveränderlichen Druck p verflüssigt und auf die Temperatur t_u unterkühlt. Der Wärmeinhalt i_6 kann für ξ_d und t_u im i ξ = Diagramm Abbildung 5 entnommen werden. Bei der Drosselung auf den Verdampferdruck p_0 bleibt der Wärmeinhalt unveränderlich $i_7 = i_6$. Er ist im Allgemeinen größer als der Wärmeinhalt siedender Lösung beim Druck p_0, so daß ein Teil der Flüssigkeit beim Drosseln verdampft. Abbildung 6 zeigt den hier in Betracht kommenden Teil des iξ—Diagrammes mit sehr großem ξ—Maßstab. Für den Kondensatordruck p sind Siede- und Kondensationskurve gestrichelt eingezeichnet, für den Verdampferdruck p_0 auch die Isothermen im Naßdampfgebiet. Punkt 6 und 7 (Drosselung) fallen zusammen. Die Temperatur t_7 nach der Drosselung ist durch die Isotherme in 7 gegeben. Verdampft ist der Bruchteil $\frac{a7}{ab}$. Der Dampf befindet sich im Zustand b, die Flüssigkeit im Zustand a. Dieses Dampf-Flüssigkeitsgemisch tritt in den Verdampfer und nimmt die Kälteleistung q_0 auf, wodurch der Wärmeinhalt auf i_8, die Temperatur auf t_8 steigt.

$$q_0 = i_8 - i_7 = i_8 - i_6 \quad (5)$$

t_8 ist die höchste bei der Erzeugung der Kälteleistung zulässige Temperatur (Soleeintrittstemperatur). Die Kälteleistung q_0 und die Verflüssigerabwärme q_K treten also ebenfalls als Strecken auf der Ordinate bei ξ_d auf. Abbildung 6 zeigt, wie wichtig ein möglichst wasserfreies Gemisch (großes ξ_d) ist, da gegebener Verdampfertemperatur t_8 die Kälteleistung mit steigendem Wassergehalt rasch abnimmt.

Zur Berechnung des Wärmeinhaltes i_8 dient die Beziehung

$$i_8 = i_k - k\,(\xi_k - \xi_d) \quad (6)$$

wobei

$$k = \frac{i_k - i_s}{\xi_k - \xi_s}$$

i_s und ξ_s sind der Wärmeinhalt und die Zusammensetzung der siedenden Flüssigkeit bei p_0 und der

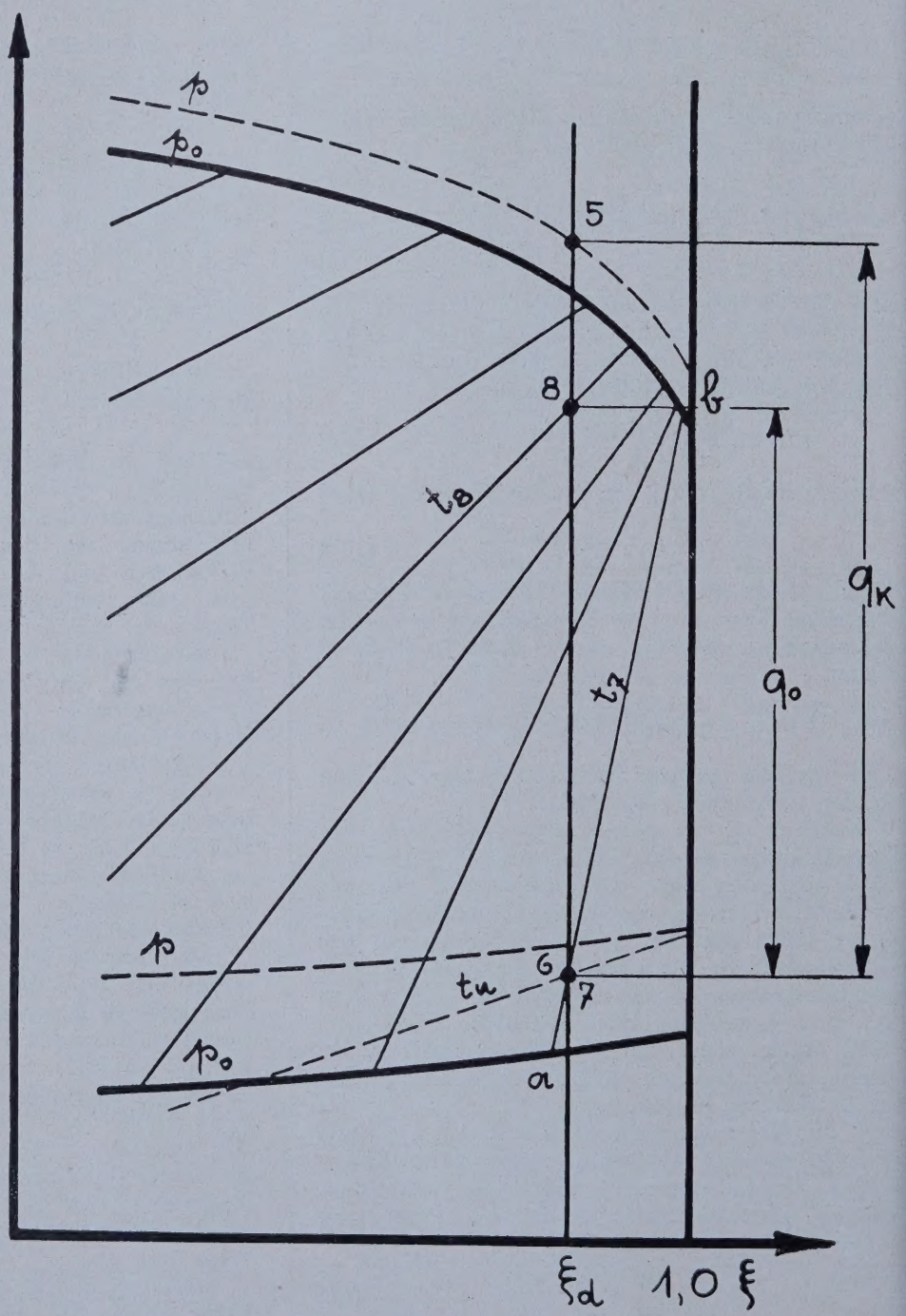


Abb. 6
Der Vorgang im Verflüssiger, Regelventil und Verdampfer

Temperatur t_8 (Siedekurve), i_k und ξ_k der Wärmeinhalt und die Zusammensetzung des damit im Gleichgewicht stehenden Dampfes (Kondensationskurve). Der Faktor k ist die Neigung der Naßdampfisotherme im $i\xi$-Diagramm, die eine Funktion von Druck und Temperatur ist. Untenstehende Zahlentafel enthält einige Werte von i_k, und ξ_k und k.

Zahlentafel

p	t	ξ_K	i_K	k
ata	°C		kcal/kg	
1,0	—33,7	1,000	290,7	∞
	—30,0	1,000	291,1	2430
	—25,0	0,999	291,8	1180
	—20,0	0,999	292,8	934
	—15,0	0,999	293,8	822
	—10,0	0,998	295,2	745
	— 5,0	0,997	296,8	687
	± 0,0	0,997	299,2	636
	+ 5,0	0,995	302,4	593
	+10,0	0,993	307,0	564
2,0	—19,2	1,000	296,0	∞
	—15,0	1,000	296,4	2027
	—10,0	0,999	297,5	1120
	— 5,0	0,999	298,9	910
	± 0,0	0,998	301,0	811
	+ 5,0	0,997	304,0	742
	+10,0	0,996	307,5	690
3,0	— 9,7	1,000	298,9	∞
	— 5,0	1,000	300,4	1926
	± 0,0	0,999	302,4	1108
	+ 5,0	0,999	304,8	909
	+10,0	0,998	308,0	804

Zahlenbeispiel

Eine Absorptionskältemaschine arbeitete unter folgenden Bedingungen:

Druck in Kocher und Verflüssiger $p = 10{,}0$ ata
Druck in Absorber und Verdampfer $p_0 = 2{,}0$ ata
Höchste Temperatur im Kocher $t_2 = 100$ °C (Heizdampf von 1 ata)
Tiefste Temperatur in Absorber und t_4 und $t_6 = 20$ °C Verflüssiger (Kühlwassereintritt)
Höchste Temperatur im Verdampfer $t_8 = -5$ °C (Soleeintritt)

Wir berechnen zunächst die Kältemaschine ohne Temperaturwechsler. Die Lösung verläßt Kocher wie Absorber im Siedezustand, also entnehmen wir aus dem $i\xi$ Diagramm, Abbildung 5, daß die Zusammensetzung der reichen Lösung bei 2 ata und 20 °C $\xi_v = 0{,}418$, die der armen bei 10 ata und 100 °C $\xi_a = 0{,}293$ ist. Der bei 10 ata mit der reichen Lösung im Gleichgewicht stehende Dampf hat nach Abbildung 4 die Zusammensetzung $\xi_d = 0{,}980$ (2 % Wasser). Damit wird der spezifische Lösungsumlauf nach Gleichung 1

$$f = \frac{0{,}980 - 0{,}293}{0{,}418 - 0{,}293} = 5{,}50$$

Weiter ergibt das $i\xi$ = Diagramm

$$i_4 = -33{,}5 \quad i_2 = +58{,}5 \text{ kcal/kg}$$

und wir finden nach Gleichung 4

$$i' = 58{,}5 - 5.50\ (58{,}5 + 33{,}5) = -447{,}5 \text{ kcal/kg}$$

Der Wärmeinhalt des erzeugten Dampfes ist nach Abbildung 4

$$i_5 = 340{,}3 \text{ kcal/kg}$$

Also beträgt der gesamte Wärmeverbrauch nach Gleichung 2a

$$q_W = 340{,}3 + 447{,}5 = 787{,}8 \text{ kcal/kg}$$

Das spezifische Volumen der reichen Lösung beträgt etwa $v_f = 0{,}012$ m³/kg. Da je Kilogramm Dampf f kg Lösung von 2 auf 10 ata zu fördern sind, ist die Pumpenarbeit

$$q_p = A\ f\ v_f\ (p - p_0)\ 10000 = \frac{5{,}5 \cdot 0{,}0012 \cdot 80000}{427} = 1{,}2 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

oder je Kilogramm Lösung

$$i_1 - i_4 = \frac{1{,}2}{5{,}5} = 0{,}22 \text{ kcal/kg}$$

Man kann also die Pumpenarbeit gegenüber der Heizwärme unbedenklich vernachlässigen und $q_W = q_H$, $i_4 = i_1$ setzen.

Nach der Verflüssigung im Verflüssiger beträgt der Wärmeinhalt bei $\xi_d = 0{,}980$ und $t_6 = 20$ °C nach Abbildung 4

$$i_6 = 20{,}2 \text{ kcal/kg}$$

Also sind im Kondensator

$$q_K = 340{,} - 20{,}2 = 320{,}1 \text{ kcal/kg}$$

abzuführen. Bei der Drosselung im Regulierventil von 10 auf 2 ata bleibt der Wärmeinhalt unverändert $i_7 = i_6 = 20{,}2$ kcal/kg. Jedoch verdampfen rund 8 % der Flüssigkeit, wie sich aus dem $i\xi$ = Diagramm entnehmen läßt. Die Temperatur sinkt auf $t_7 = -18{,}5$ °C. Bei Aufnahme der Kälteleistung im Verdampfer steigt der Wärmeinhalt, bis die Höchsttemperatur $t_8 = -5$ °C erreicht ist, nach Gleichung 6 auf

$$i_8 = 298{,}9 - 910\ (0{,}999 - 0{,}980) = 281{,}6 \text{ kcal/kg}$$

Die Kälteleistung je Kilogramm Dampf ist nach Gleichung 5

$$q_0 = 281{,}6 - 20{,}2 = 261{,}4 \text{ kcal/kg}$$

und die im Absorber abzuführende Wärmemenge nach Gleichung 3a

$$q_A = 281{,}6 + 447{,}5 = 729{,}1 \text{ kcal/kg}$$

Das Wärmeverhältnis beträgt

$$\xi = \frac{q_0}{q_W} = \frac{261{,}4}{787{,}8} = 0{,}332$$

In Abbildung 7 ist dies Beispiel in das $i\xi$ = Diagramm maßstäblich eingezeichnet. Nach Aufsuchen des Punktes A durch Ziehen der Geraden 24 A können alle hier berechneten Werte ohne jede Rechnung auf der ξ_d = Ordinate als Strecken abgelesen werden. Da aber auch die Rechnung außerordentlich einfach ist und das Diagramm für die rein zeichnerische Auswertung eine unhandliche Ausdehnung erhalten müßte, wird man sich im Allgemeinen mit einem $i\xi$ = Diagramm nach Abbildung 5 begnügen, das nur das Gebiet der Siedekurven enthält.

Der Temperaturwechsler

Bei Anwendung eines Temperaturwechslers geht die Wärmemenge, die der vom Kocher kommenden heißen Lösung entzogen werden muß, welche sie im Absorber Dampf aufzunehmen vermag, nicht nutzlos an das Absorberkühlwasser verloren, sondern wird der nach dem Kocher gehenden reichen Lösung mitgeteilt. Die Heizwärme wird daher um diesen Betrag geringer. Im günstigsten Fall kann die arme

Lösung bis auf die Temperatur der reichen aus dem Absorber kommenden abgekühlt werden. Dann liegt der Punkt 3 im $i\,\xi$ = Diagramm auf der gleichen Isotherme wie 4_1 (3a in Abb. 7). Die Gerade 34 schneidet jetzt die ξ_d = Ordinate in B statt in A. Wärmeaufwand q_W und Absorptionswärme q_A werden um den durch die Strecke AB dargestellten Betrag q_T kleiner, der die im Temperaturwechsler ausgetauschte Wärmemenge ist. Die Verbindungslinie B2 gibt den Zustand der in den Kocher eintretenden reichen Lösung, Punkt 1a, der in Abbildung 7 über der Siedelinie liegt, d. h. ein Teil der Lösung verdampft bereits im Temperaturwechsler. Die Zusammensetzungen ξ_a, ξ_r und ξ_d und der Wärmeinhalt i_5 des im Kocher erzeugten Dampfes ändern sich durch den Temperaturwechsler nicht, Kondensatorabwärme und Kälteleistung bleiben also gleich. Für das in Abbildung 7 dargestellte Zahlenbeispiel erhalten wir

$i_3 = -23{,}5$ kcal/kg (statt $+58{,}5$) Punkt 3a

$i' = -78{,}5$ kcal/kg (statt $-447{,}5$) Punkt B

also werden im Temperaturwechsler

$$q_T = -78{,}5 + 447{,}5 = 369{,}0 \text{ kcal/kg}$$

ausgetauscht. Der Wärmeaufwand wird um diesen

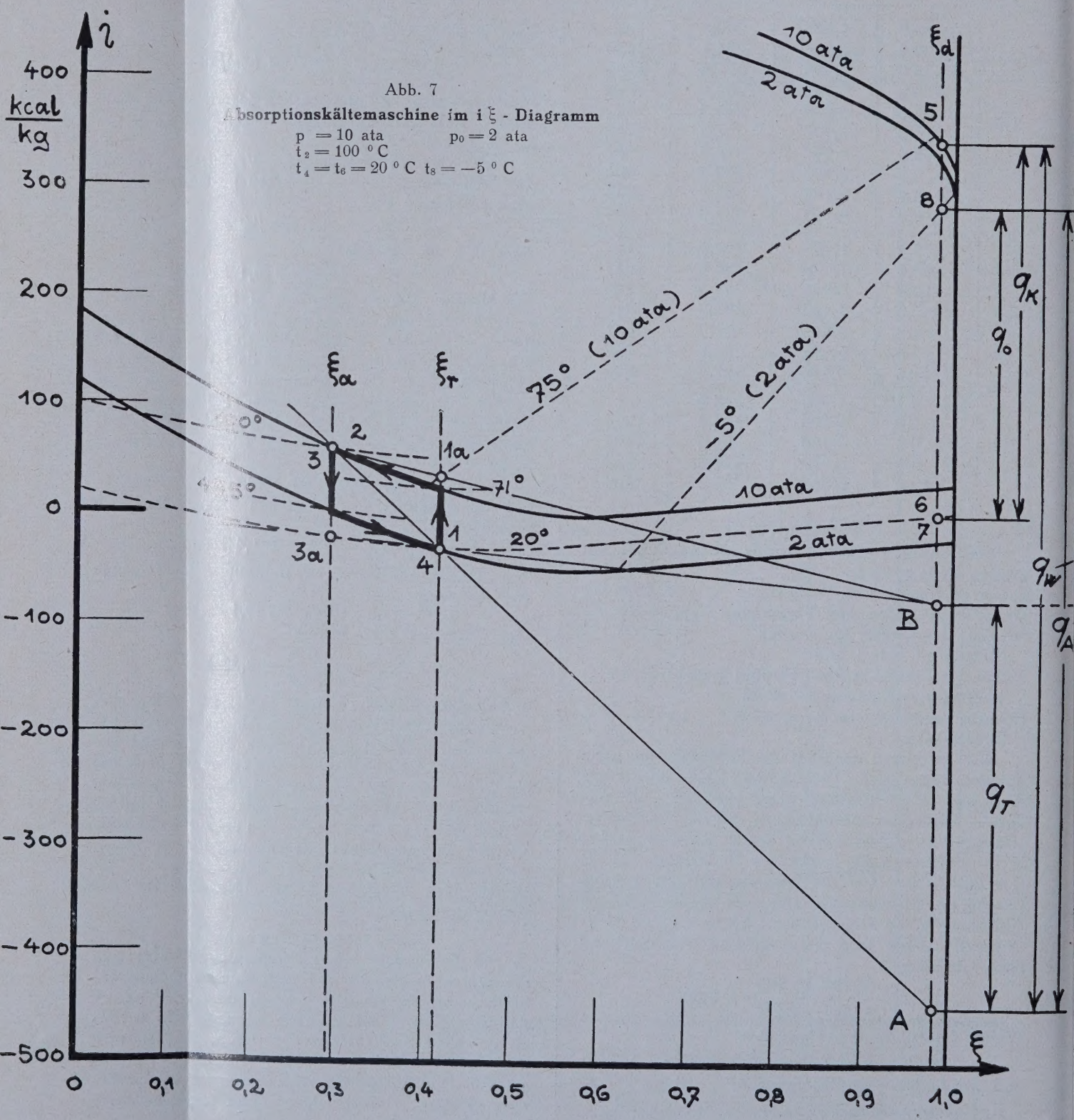
Abb. 7

Absorptionskältemaschine im $i\,\xi$ - Diagramm

$p = 10$ ata $\quad p_0 = 2$ ata

$t_2 = 100\,^\circ$C

$t_4 = t_6 = 20\,^\circ$C $\quad t_8 = -5\,^\circ$C



Betrag kleiner und ist mit

$$q_W = 340{,}3 + 78{,}5 = 418{,}8 \text{ kcal/kg}$$

um 47 Prozent kleiner als ohne Temperaturwechsler. Um ebensoviel wird das Wärmeverhältnis

$$\xi = \frac{261{,}4}{418{,}8} = 0{,}625$$

günstiger. Der Wärmeinhalt der in den Kocher eintretenden Lösung

$$i_1 = i_4 + \frac{q_T}{f} = -33{,}5 + \frac{369{,}0}{5{,}50} = +35{,}6 \text{ kcal/kg}$$

liegt bereits im Naßdampfgebiet, Punkt 1a. Im Temperaturwechsler verdampfen rund 2,2 Prozent der reichen Lösung, das sind rund 12 Prozent des gesamten im Kocher zu bildenden Dampfes. Die Temperaturen der Lösung vor und hinter dem Temperaturwechsler lassen sich, wie Abbildung 7 zeigt, im $i\,\xi$ = Diagramm ablesen.

Ist der Temperaturwechsler unvollkommen, so wird die arme Lösung nicht bis auf t_4 abgekühlt, 3a liegt höher als die durch 4 gehende Isotherme, infolge dessen rückt B weiter nach unten, der Wärmeverbrauch wird entsprechend größer.

Rückführung der Lösung in Kocher und Absorber

Nach Altenkirch (Zeitschr. f. d. ges. Kälte-Industrie 1913, 1914 »Reversible Absorptionskältemaschinen«) verbessert man die Absorptionskältemaschinen durch »Rückführung« der Lösung. Man setzt so den Verlust durch den nicht umkehrbaren Wärmeaustausch im Temperaturwechsler herab. Bei der Rückführung kann die reiche Lösung im Absorber bis auf die Siedetemperatur der armen Lösung erwärmt werden und tritt mit dieser höheren Temperatur in den Temperaturwechsler ein. Punkt 3 liegt nun auf der Siedekurve für p_0 und Punkt 4 auf der Isotherme durch 3, Abbildung 8 zeigt für das obige Zahlenbeispiel, daß der Wert i' von − 78.5 (B) um 29,0 auf

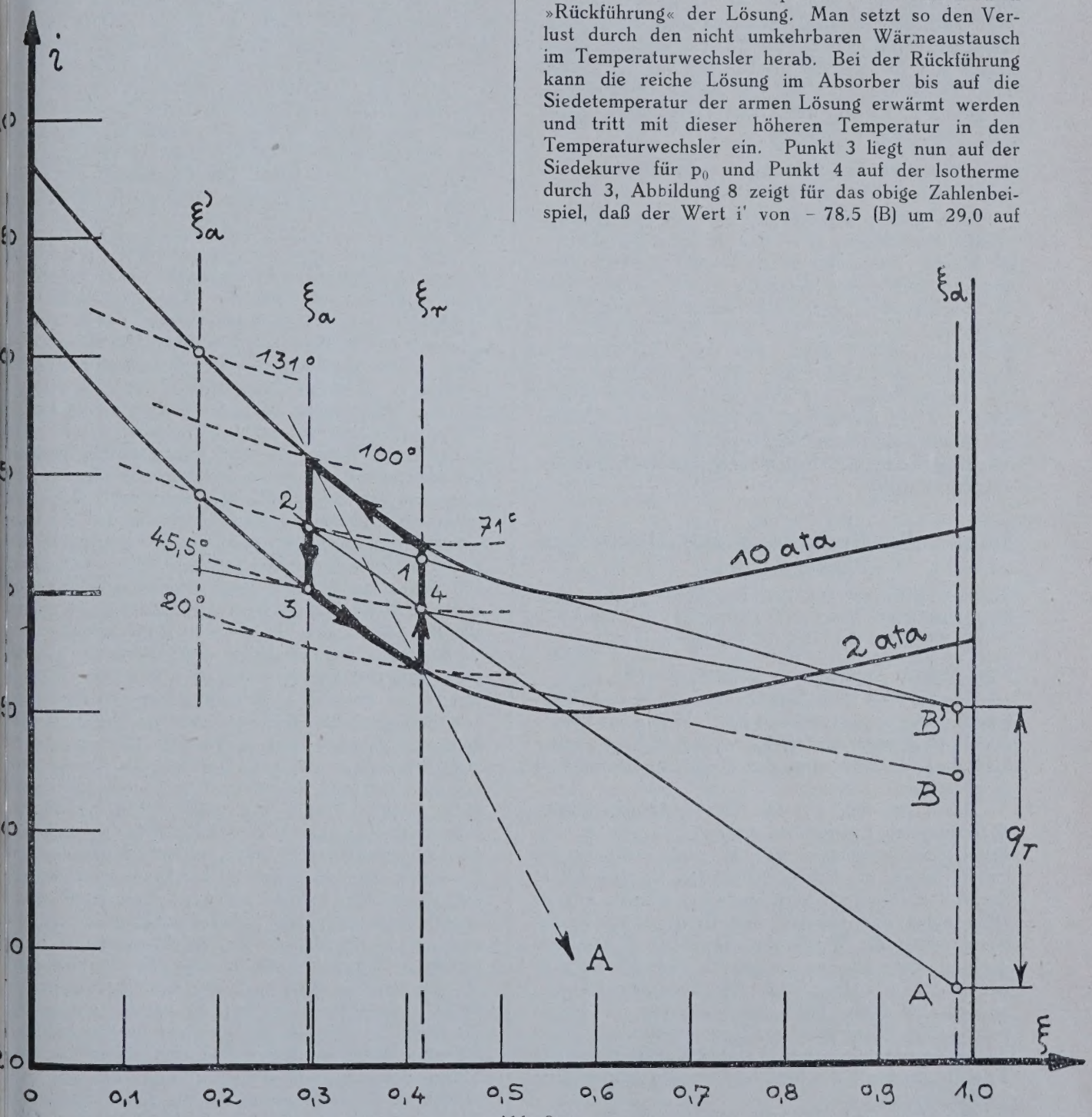


Abb. 8
Absorptionskältemaschine mit Rückführung und Temperaturwechsler

—49,5 kcal/kg (B') steigt. Um den gleichen Betrag verringert sich der Wärmeaufwand q_w auf 389,5 kcal/kg, also um 7 Prozent. Für diese Verbesserung ist nur die Rückführung im Absorber notwendig, deren Wirkung darauf beruht, daß ein Teil der sonst an das Kühlwasser gehenden Absorptionswärme an die nach dem Kocher gehende reiche Lösung zurückgeliefert wird. Wird außerdem noch die arme Lösung durch den Kocher zurückgeführt, so erreicht man eine außerordentliche Herabsetzung der im Temperaturwechsler umzusetzenden Wärme. Abbildung 8 zeigt, daß sie statt 369 nur noch 118 kcal/kg beträgt (A' B'), wobei die arme Lösung im Temperaturwechsler nur noch um 25,5 ^{0} C, nämlich von 71 auf 45 ^{0} C statt von 100 auf 20 ^{0} C abzukühlen ist. Wie Abbildung 8 zeigt, brauchte man die Höchsttemperatur im Kocher nur auf 131 ^{0} C erhöhen, (Heizdampf von 2,8 ata) um bei Rückführung der Lösung alle vier Punkte 1234 auf die gleiche Isotherme zu bringen (71 ^{0} C) und damit den Temperaturwechsler ganz überflüssig zu machen.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten des Verfahrens

Auch andere Betriebsmöglichkeiten der Absorptionskältemaschinen, z. B. das Arbeiten mit Uebergreifen der Temperaturen im Kocher und Absorber und das mehrstufige Arbeiten lassen sich mit Hilfe des Diagrammes anschaulich darstellen und leicht rechnerisch verfolgen. Das hier vorgeschlagene Berechnungsverfahren eignet sich auch dazu, die Anwendung der Umkehrung des Absorptionskältemaschinenprozesses als Resorptionsmaschine (Altenkirch a. a. O.) rechnerisch zu behandeln. Schließlich sei darauf hingewiesen, daß sich das $i\xi$ = Diagramm hervorragend für die Untersuchung von Rektifikationsvorgängen eignet.

Ueber die Bedeutung der deutschen Eisindustrie.

Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung des Deutschen Kälte-Vereins in Danzig am 22. Juni 1928 von Wilhelm Rohrbeck, Berlin-Reinickendorf.

Sehr geehrte Damen, sehr geehrte Herren!

Der Verband Deutscher Eisfabrikanten und Großhändler, der dem Deutschen Kälte-Verein als korporatives Mitglied angehört, hat mich beauftragt, heute hier über die Bedeutung der deutschen Eisindustrie zu sprechen.

Wenn ich nun auf die Entwickelungsgeschichte der deutschen Eisindustrie eingehe, so läßt es sich dabei nicht vermeiden, daß ich auch mein eigenes Unternehmen, die Eisfabrik Hermann E. Mudrack in Berlin-Reinickendorf, berücksichtige, einmal, weil es eben eines der ältesten der Branche ist, ja gewissermaßen die Wiege der deutschen Eisindustrie darstellt, dann aber auch, weil ich meine Kenntnisse der Branche vor allem dem Vorbesitzer meiner Firma, meinem im Jahre 1918 im Alter von 77 Jahren gestorbenen Schwiegervater, Hermann Mudrack, verdanke, dessen auf eigenen Wahrnehmungen beruhende Erfahrungen bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts zurückreichten.

Die Verwendung von Eis überhaupt geht wahrscheinlich schon viele Jahrhunderte zurück, aber es handelte sich dabei wohl immer nur um Eis, das von Selbstverbrauchern, wie Brauereien, Schlächtereien usw. ausschließlich für den eigenen Bedarf eingeerntet und dann in Eiskellern bezw. Eismieten eingelagert wurde. Im Jahre 1856, also vor nunmehr fast $^3/_4$ Jahrhundert, ließ der Vater meines Schwiegervaters, Eduard Mudrack, an dem in Berlin-Reinickendorf gelegenen Schäfersee nach dem Vorbild Nordamerikas über der Erde liegende Eislagerhäuser errichten, die zur Verringerung des Schmelzverlustes beim Eise eine 50 cm starke Isolierschicht aus Torf erhielten. Die Anregung dazu bekam er von einigen mit ihm bekannten Schlächtermeistern, Restaurateuren usw., die ihn baten, im Winter auf dem Schäfersee Natureis zu ernten und es ihnen dann im Sommer zur Kühlung ihrer Waren zu liefern. Nach kurzer Bedenkzeit stimmte er diesem Vorschlage zu, erklärte aber seinen zukünftigen Geschäftsfreunden gleich, daß er das Eis nur ab Werk liefern werde, da die prompte Bedienung viel besser als durch eigene Kutscher durch selbständige Händler erfolge. So wurde die Gründung des Mudrackschen Eiswerkes auch gleichzeitig zur Geburtsstunde des Eishändler-Gewerbes, das, vor allem in Berlin, sich langsam, aber stetig, zu seiner heutigen Bedeutung entwickelte.

Den Verbrauchern war es natürlich etwas ganz Neues, im Sommer Eis ins Haus gebracht zu erhalten; bei den großen Vorteilen, die man ihnen damit bot, gewöhnten sie sich aber sehr schnell daran, sodaß es ihnen zur Notwendigkeit wurde. Die Preise des Eises waren allerdings damals außerordentlich hoch, kostete es an heißen Tagen doch bis zu einem Taler für den Eimer, aber auch die größeren Abnehmer, die zentnerweise kauften, mußten noch, je nach der herrschenden Wärme bis zu 5 Talern für den Zentner bezahlen; diese uns heute geradezu phantastisch anmutenden Preise fanden eine, wenn auch nicht zureichende Erklärung in dem Umstand, daß es notwendig war, in eisreichen Wintern Reserven für die immer wieder auftretenden eisarmen Winter zu schaffen, von denen bei der damaligen primitiven Isolierungsmethode große Mengen hinwegschmolzen. Die ersten Händler fuhren das Eis noch in Hundewagen nach Berlin, aber das Gewerbe ernährte seinen Mann recht gut, und bald konnten sie sich größere Wagen und Pferde anschaffen, ja so mancher von ihnen hat aus den erzielten reichen Gewinnen große Mietshäuser im Norden Berlins erwerben können. Diese gute Konjunktur rief natürlich bald die Konkurrenz auf den Plan und es entstand nach und nach eine nicht geringe Anzahl von größeren und kleineren Natureiswerken, die z. T. das Eis mit eigenen Fuhrwerken lieferten, aber auch, wie die Mudrackschen Eiswerke, die diesem Prinzip bis heute treu blieben, sich dazu der Händler bedienten; diese Konkurrenz sorgte dann auch dafür, daß die Eispreise auf ein angemesseneres Maß herabgedrückt wurden. Nach eisarmen Wintern genügten aber die vorhandenen Vorräte an Eis nicht mehr zur Deckung des immer mehr steigenden Bedarfes, es wurde notwendig, die fehlenden Mengen aus Norwegen heranzuschaffen. Selbstverständlich aber stellte sich dieses Eis sehr teuer, denn zu den hohen Preisen, die die norwegischen Eis-Exporteure, die die Konjunktur recht gut auszunützen verstanden, forderten, traten noch die See- und Bahnfracht und der große Schmelz-

verlust; es ist daher nicht verwunderlich, daß es oft bis M. 3,— pro Ztr.[1]) ab Werk verkauft werden mußte und im Kleinhandel bis zu M. 10,— für den Ztr. kostete.

Die Erlösung aus diesen unleidlichen Zuständen brachte uns dann die fortschreitende Kältetechnik, deren deutscher Begründer, Herr Geheimrat von Linde, uns allen wohl bekannt ist. Anfang der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts wurde in Berlin von der Firma Ebers & Habermann die erste Eisfabrik errichtet, die allerdings noch einen recht bescheidenen Umfang hatte und die später von den Norddeutschen Eiswerken übernommen wurde. Etwa 20 Jahre später folgte dann die Gesellschaft für Markt- und Kühlhallen — eine Gründung des Geheimrats von Linde — die in der Trebbinerstraße ein Werk erbaute, das schon mehrere 1000 Ztr. Eis täglich liefern konnte. Dieser Firma war es möglich, da sie mit annähernd beständigen Produktionskosten rechnen konnte, Abschlüsse zu festen Preisen für mehrere Jahre zu machen, eine vollständige Neuheit und große Gefahr für die Natureisbranche mit ihren durch die wechselnde Witterung bedingten großen Preisschwankungen beim Natureis. — Einige Jahre danach folgten die Gründungen weiterer Eisfabriken, und im Jahre 1911 errichtete auch meine eigene Firma eine Eisfabrik, deren ursprüngliche Leistungsfähigkeit von 3000 Ztr. später auf 6000 Ztr. erhöht wurde. Mit der Inbetriebnahme der Fabrik wurde die bisherige Natureisgewinnung eingestellt. Im übrigen Deutschland verlief die Entwickelung ähnlich, wenn auch in etwas langsamerem Tempo als in Berlin, so daß heute kaum noch eine größere Stadt vorhanden ist, die nicht wenigstens eine Eisfabrik enthält. Die deutsche Eisindustrie zählt heute etwa 160 Eisfabriken mit einer Stundenleistung von etwa 90 Millionen Kalorien, einschließlich notwendiger Maschinen-Reserven, gleich einer Tagesleistung von etwa 220 000 Ztr. Kunsteis. Das darin angelegte Kapital wird auf etwa 55 Millionen Mark geschätzt. Die meisten Eisfabriken haben größere oder kleinere Kühlhäuser angegliedert, die eine gesamte Nutzfläche von etwa 160 000 m^2 haben. In Berlin allein werden jährlich etwa 4 000 000 Ztr. Kunsteis verbraucht, und an besonders heißen Tagen steigt der Tagesbedarf bis auf 40 000 Ztr. — Der Gesamtumsatz an Kunsteis in Deutschland wird im Jahre durchschnittlich 21 Millionen Ztr. mit einem Erlös von M. 35 000 000 betragen, die Zahl der in Herstellung und Vertrieb beschäftigten Personen sich auf etwa 7 000 belaufen. Das sind gewiß ganz stattliche Zahlen, aber wie klein wirken sie, wenn man sie in Beziehung z. B. zu denen der Vereinigten Staaten von Nordamerika setzt. Dort gibt es etwa 6500 Eisfabriken im Werte von etwa 3,8 Milliarden Mark mit einem Jahresumsatz von etwa 1,1 Milliarde Ztr. Kunsteis und einem Verbrauch pro Kopf von rund 10 Ztr., während dieser in Deutschland nur etwa 1/3 Ztr. beträgt. 1926 stieg in New York der Tagesbedarf auf 680 000 Ztr., das ist über die dreifache Tagesproduktion aller deutschen Eisfabriken. Auch Großbritanniens Eisumsatz ist erheblich höher als der deutsche, er betrug 1924 rund 25 Millionen Ztr. Allerdings liegen in Nordamerika in der im allgemeinen größeren Hitze und in dem durch die Prohibition verursachten riesigen Bedarf von eisgekühlten Getränken besonders günstige Voraussetzungen für den Eisverbrauch vor, aber die genannten Verhältniszahlen zeigen doch immerhin, daß die deutsche Eisindustrie noch ein weites Entwicklungsgebiet vor sich hat.

Unter den gegenwärtigen Verhältnissen verderben in der heißen Jahreszeit täglich ungeheure Mengen an Nahrungsmitteln, weil ihre Konservierung den großen Massen der Bevölkerung nicht möglich ist. Jeder derartige Verlust schädigt aber auch mittelbar durch weitere Vergrößerung der Lebensmitteleinfuhr die gesamte deutsche Volkswirtschaft. Viel höher noch als diese materiellen Schäden sind die Verluste zu bewerten, die durch die große Säuglingssterblichkeit entstehen, eine Erscheinung, die nach dem übereinstimmenden Urteil der Aerzte zum größten Teil auf den Genuß verdorbener Milch zurückzuführen ist; eine nicht geringe Rolle spielen auch die im Sommer besonders zahlreichen Magen- und Darmerkrankungen mit oft tödlichem Ausgang, Fleisch-, Wurst- und Fischvergiftungen, die fast immer ihre Ursache in dem Verzehr verdorbener Lebensmittel haben. Hier aufklärend auf die großen Massen der Bevölkerung einzuwirken, ist in erster Linie Aufgabe der Eisindustrie, die darin aber, von einigen Ausnahmen abgesehen, bisher viel zu wenig getan hat. Die Klein-Kältemaschinen-Industrie hat der Eisindustrie allerdings einen nicht unerheblichen Teil gerade ihrer besten Kundschaft fortgenommen; aber es bleibt der Eisindustrie immer noch ein umfangreiches Versorgungsgebiet, denn schon mit Rücksicht auf die hohen Anschaffungskosten wird es unmöglich sein, in irgendwie absehbarer Zeit in jedem Haushalt eine Klein-Kältemaschine aufzustellen. Eis ist und wird noch auf lange Zeit das billigste Kühlmittel sein. In Fleischereien und sonstigen gewerblichen Betrieben betragen die durch die Konservierung der Waren durch Eis entstehenden Kosten nur den Bruchteil eines Pfennigs pro umgesetztes Pfund. Aber auch im Privat-Haushalt stellt sich die Verwendung des Eises zur Konservierung der Lebensmittelvorräte sehr günstig. In einer ganzen Reihe von deutschen Großstädten haben die Eisfabriken begonnen, ihrer Kundschaft mit dem Eis auch gleich den Eisschrank zu liefern; in mehreren Großstädten, u. a. Berlin, Hamburg und Lübeck, erfolgt die Lieferung der Eisschränke an die Verbraucher leihweise kostenlos, wobei die Abnehmer sich nur zu verpflichten haben, während einer gewissen Reihe von Monaten regelmäßig Eis zu beziehen.

Die Entwickelung der Eisindustrie in Berlin ist in einem Tempo erfolgt, dem der Bedarf nicht schnell genug nachkommen konnte, so daß eines Tages eine starke Ueberproduktion vorhanden war, da ja neben dem nun in so großen Mengen hergestellten Kunsteis auch noch das Natureis große Bedeutung hatte. Es begann daher ein Kampf der Eisfabriken unter sich, dann aber auch gegen das Natureisgewerbe. Da die damit verbundenen Preisunterbietungen den Fabriken jede Rentabilitäts-Möglichkeit nahmen, schlossen eine Reihe von ihnen ihre Pforten, die übriggebliebenen vereinigten sich nach langen und schwierigen Verhandlungen im Jahre 1915 zur Groß-Berliner Kunsteis-Gesellschaft m. b. H. Dieser Zusammenschluß führte nun langsam zu einer Gesundung der Berliner Kunsteis-

[1]) 1 Ztr. (Zentner) = 50 kg.

Industrie, er liegt auch im wohlverstandenen Interesse der Verbraucher; denn er ermöglicht die Festsetzung ziemlich mäßiger Preise, bietet daneben aber auch die Gewähr für eine ausreichende Belieferung mit Eis selbst dann, wenn einmal auf einem Werk eine bei aller Sorgfalt ja nicht auszuschließende Betriebsstörung eintritt, weil in solchem Falle die anderen Werke vertraglich zur Aushilfe verpflichtet und auch in der Lage sind, da sie sämtlich über starke Maschinen-Reserven und große Eisläger verfügen. Hierin liegt ein garnicht hoch genug zu bewertender Vorteil gegenüber dem früheren Zustande, als noch jedes Werk allein dastand und schutzlos allen Zufälligkeiten preisgegeben war.

Trotzdem in Berlin in den letzten Jahren vor dem Kriege das Kunsteis nur 50—60 Pfg. pro Ztr. ab Werk kostete, gelang es doch nur durch eine großzügige und zähe Aufklärungsarbeit, das Natureis zu verdrängen, sodaß es heute praktisch keine Rolle mehr spielt. Während im Sommer 1910 täglich noch ca 26000 Ztr. Natureis und nur ca. 6000 Ztr. Kunsteis verbraucht wurden, war das Verhältnis schon 2 Jahre darauf gerade umgekehrt. Es ist ja auch allgemein bekannt und liegt in der Natur der Sache, daß das Natureis sehr viele Unreinigkeiten und häufig auch gefährliche Krankheitskeime enthält, während das Kunsteis in hygienischer Hinsicht völlig einwandfrei, dabei handlich leicht und kontrollierbar ist; es hat also auch in diesem Falle das Bessere über das Gute gesiegt. —

Die hohe Bedeutung der Kälteindustrie für die Volkswohlfart wurde während der großen Knappheit an allen Rohstoffen, besonders Kohlen, Oelen, Riemen usw. im Kriege und in der Inflationszeit von allen Behörden dadurch anerkannt, daß sie mit diesen Materialien ganz besonders bevorzugt beliefert wurde. Die riesigen Schäden, die durch ein Versagen der Kälteindustrie sonst entstanden wären, lassen sich überhaupt nicht abschätzen.

Trotzdem die Kunsteispreise zur Zeit im Durchschnitt etwa 100 % über den allerdings meist verlustbringenden Preisen der Vorkriegsjahre liegen, ist die Rentabilität der deutschen Eisfabriken doch keineswegs als besonders günstig zu bezeichnen. Der Hauptgrund dafür liegt darin, daß die Fabriken, um auch den Spitzenbedarf der besonders heißen Tage decken zu können, genötigt sind, ihre Maschinenanlagen entsprechend stark und auch noch große Läger von fertigem Eis zu halten, trotzdem ihre Ausnützung nur ganz gering ist. Diese Ueberkapazität belastet aber die Produktionskosten sehr stark und schädigt damit die Rentabilität der Werke. Man kann in Deutschland im Jahres-Durchschnitt nur mit etwa 100 vollen Betriebstagen rechnen, im Osten ist diese Zahl etwas geringer, im Westen des Reiches etwas höher. Dieser Umstand wird leider viel zu wenig beachtet, ja es ist bekannt geworden, daß einige Fabriken für Kältemaschinen in den ihren Angeboten beigefügten Rentabilitätsberechnungen bis bis zu 300 volle Betriebstage zu Grunde legten. Kein Wunder, daß sich dann unter Anrechnung aller Kosten, Kohlen, Löhne, Steuern, Zinsen etc. — Selbstkostenpreise von ca. 30 Pfg. pro Ztr. ergaben, sodaß, wenn man den Durchschnitts-Verkaufspreis von Mk. 1.— heranzieht, ganz ungewöhnlich hohe Gewinne erscheinen, die den uneingeweihten Interessenten natürlich im höchsten Grade reizen müssen. Bei einem Werk mit einer Leistung von nur 1000 Zentner ergibt sich bei einer solchen Rechnung schon der geradezu phantastische Reingewinn von Mark 210000.—, nämlich 300 Tage mal 1000 Ztr. mal 70 Pfg. Der Interessent, der derartige Zahlen nicht nachprüfen kann, hat dann nichts eiligeres zu tun, als der betreffenden Maschinenfabrik den Auftrag zu erteilen, damit ihm ja nur kein anderer zuvorkommen kann; daß das erwartete große Glück in das Gegenteil umschlägt, weiß er ja nicht. Die bestehenden Eisfabriken nehmen für sich gewiß kein Monopol in Anspruch, wohl aber verwahren sie sich dagegen, daß ihnen eine Konkurrenz durch Vorspiegelung falscher Rentabilitätsaussichten künstlich geschaffen wird. Schließlich haben die Maschinenfabriken doch auch ein sehr erhebliches Interesse daran, daß die bereits bestehenden Eisfabriken in ihrer Lebensfähigkeit erhalten bleiben, zumal sie wegen der Erweiterungen der Anlagen und Beschaffung von Ersatzteilen laufend Aufträge zu vergeben haben. Die gerügten Fälle stellen vielleicht nur Ausnahmen dar, aber jedenfalls besteht bei der Eisindustrie die Auffassung, die Kältemaschine-Industrie handle nur zu oft nach dem Grundsatz »Der Mohr hat seine Schuldigkeit getan, er kann gehen«. —

Die neuen Eisfabriken sind genötigt, um überhaupt ins Geschäft zu kommen, die Preise der bestehenden Eisfabriken stark zu unterbieten, sie machen diesen dadurch wohl das Leben schwer, kommen aber selbst auf keinen grünen Zweig und der Dritte, aber diesmal nicht der Lachende, sondern der Weinende, ist dann der Maschinenfabrikant, der mit seiner Forderung ganz oder teilweise ausfällt. Nach sehr sorgfältigen Berechnungen der Eisindustrie belaufen sich gegenwärtig die Kosten für eine neue Eisfabrik — einschließlich Grundstück, Gebäude, Maschinen, Brunnen usw. — und unvermeidlichen Reservemaschinen, mit einer Tagesleistung von 1000 Zentner auf etwa Mk. 250000.—. Ich richte im Namen der deutschen Eisenindustrie an die anwesenden Herren von der Kältemaschinen-Industrie die dringende Bitte, in ihren Kreisen dahin zu wirken, daß bei den Angeboten die geschilderten Tatsachen mehr als bisher berücksichtigt werden; Konkurrenz kann segensreich wirken, aber eine durch falsche Berechnungen künstlich gezüchtete Konkurrenz ist für alle Teile der Wirtschaft von Schaden.

Im Anschluß an den Vortrag ersuchte Herr Ober-Ing. H. Meckel-Tegel den Vortragenden, die Firmen zu benennen, welche derartige Rentabilitätsberechnungen aufmachen, da ihm diese Rechnungsweise nicht geläufig sei und es sich doch wohl nur um einen Ausnahmefall handeln könne, den man nicht verallgemeinern sollte.

Herr Direktor O. Hippenmeyer-Wiesbaden bezeichnete es ebenfalls als unzulässig, eine schlechte Erfahrung mit einer Firma zu verallgemeinern und der Gesamtheit der Kältefirmen unberechtigte Vorhalte zu machen. Man sollte bei Projektierungen zum Schmied und nicht zum Schmiedle gehen, wodurch von vornherein Dinge, von welchen die Rede

war, ausgeschaltet werden. Dabei soll selbstverständlich den Interessen und der Bedeutung der beratenden Ingenieure in keiner Weise nahegetreten werden.

Herr Rohrbeck betonte in seiner Antwort, daß er, wie ja schon aus dem Vortrage selbst mit aller Deutlichkeit hervorgeht, jedenfalls der Auffassung sei, daß es sich bei den von ihm erwähnten Gerüchten um vereinzelte Ausnahmen handle. Ihm selbst seien aus eigener Erfahrung mehrere derartige Fälle bekannt, doch sei er zur Nennung der dabei beteiligten Namen ohne Zustimmung seines Verbandes nicht berechtigt. Bezüglich der vorgeschlagenen Befragung von Sachverständigen erwiderte Herr Rohrbeck, daß es sich bei den von ihm geschilderten Fällen um Angebote für Neuerrichtung von Eisfabriken gehandelt habe, bei denen die Interessenten vollkommen Laien in der Kälte-Industrie gewesen seien, und sich darauf verließen, daß sie von den betreffenden Maschinenfabriken in sachlicher und einwandfreier Weise beraten würden; bei bereits bestehenden Eisfabriken wären derartige Angebote natürlich vollständig zwecklos und kämen deshalb wohl auch nicht vor.

Der automatische Betrieb von Kältemaschinen.

Von Dipl.-Ing. S. Jung, Elberfeld.

Der Antrieb von Kompressionskältemaschinen erfolgt heute fast ausschließlich durch Elektromotoren. Die Erfahrung hat gezeigt, daß schon die einfachen Hebelschalter und Handanlasser für diese Antriebsmotoren durch die besonderen Betriebsbedingungen der Kälteanlagen (Feuchtigkeit, Küchendunst, ausströmende Gase, ungeschulte Bedienung und fehlerhafte Wartung) notleiden und einem schnellen Verschleiß unterliegen, wenn nicht besondere Schutzmaßnahmen (Stahlpanzerrohr, Gußkapselung, Oelfüllung und dergl.) vorgesehen sind. Dies gilt natürlich in viel höherem Grade von allen automatischen Steuerungen.

Die geschilderten Einflüsse rufen vor allem eine rasche Oxydation aller Kontaktstellen hervor, die zu einer Erwärmung des Kontaktmaterials und durch die Erwärmung zum Nachlassen des Kontaktdruckes führt. Die Kontakte müssen daher sehr reichlich bemessen sein oder sie müssen unter Luftabschluß arbeiten. Dies ist in einfachster Weise möglich durch Verwendung von ölgekülten Schaltern und Anlassern. Die Oelfüllung bietet noch den weiteren Vorteil, daß alle beweglichen Teile ständig vom Oel geschmiert werden, sodaß sie keinem Verschleiß unterliegen und keine Wartung benötigen. Die bekannten Quecksilberschaltröhren vermeiden ebenfalls die schädigenden Einflüsse der Oxydation. Sie haben ferner den Vorzug, daß sie stets einen innigen Kontakt herstellen, der nicht »flattern« kann und daß sie nur geringe Schaltkräfte benötigen. Die vielen trüben Erfahrungen, die allenthalben mit solchen Quecksilberschaltern gemacht wurden, rühren daher, daß man diese am falschen Platz verwendet. Es widerspricht der Forderung nach Betriebssicherheit, wenn durch solche Schaltröhren ein Motor (auch von kleiner Leistung) unmittelbar geschaltet wird. Das Material und der Schaltraum einer solchen Glasröhre ist für die im Ausschaltlichtbogen freiwerdende Energie ungenügend. Da sich außerdem kurz vor dem Schalten das Quecksilber zu einem dünnen Faden zusammenzieht, kann bei höheren Stromstärken die Joul'sche Wärme in dem kleinen Querschnitt so hoch werden, daß der Faden verdampft und einen Quecksilberlichtbogen zündet, der die Röhre zerstört. (Vergl. Quecksilberdampflampe!)

Ebenso gefährlich ist es, mehrere derartige Quecksilberschaltröhren zu einem mehrpoligen Schalter zusammenzusetzen, da es ganz unmöglich ist, die Rohre so auszujustieren, daß die Abschaltung in allen Rohren genau gleichzeitig erfolgt, Deshalb wird das zuerst schaltende Rohr überlastet und kann bei Drehstrom den gefürchteten einphasigen Lauf des Motors verursachen.

Geradezu ideal dagegen sind die Quecksilberschaltrohre wenn sie nur als einpolige Schalter mit ganz niedrigen Strömen in der Größenordnung von 0,1 Amp. belastet werden. Ein Lichtbogen kann sich bei diesen Strömen nicht mehr ausbilden und ein Verdampfen des Quecksilberfadens ist selbst bei ganz langsamer Schaltbewegung ausgeschlossen.

Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte sind die nachstehend beschriebenen automatischen Schaltapparate für die Bedürfnisse der Kälteindustrie entwickelt worden. Alle Schalter, die in Abhängigkeit von der Wassermenge, der Temperatur oder dem Wasserdruck schalten, sind mit solchen Quecksilberschaltern ausgerüstet. Diese schalten aber nicht den Motorstromkreis, sondern nur den außerordentlich niedrigen Steuerstrom von magnetisch betätigten Schaltern oder Anlassern, die ihrerseits unter Oel angeordnet sind und äußerst kräftige Kontakte zum Schalten und Anlassen des Motors haben.

Zum direkten Einschalten von kleinen Drehstrom-Kurzschluß-Läufermotoren bis etwa 3 PS dient ein kleiner magnetisch betätigter Schalter (Schütz), dessen Spule und Kontakte unter Oel angeordnet sind. Der ganze Apparat ist eingekapselt, sodaß er gegen mechanische Beschädigungen geschützt ist. Sobald durch den Quecksilberschalter des Thermostaten oder des Kühlwassersicherheitsschalters der Stromkreis der Magnetspule geschlossen wird, preßt der Magnet die Kontaktbrücke mit 3 kräftigen Kontakten mit großer Kraft gegen die Kontaktbolzen, sodaß der Motor allpolig eingeschaltet wird. Wird der Magnetstromkreis unterbrochen, so fallen die Kontakte ab und unterbrechen damit den Motorstromkreis an 6 Stellen.

Aus mehreren derartigen Schaltern baut sich ein Selbstanlasser für größere Motoren auf, der den Motor über Anlaßwiderstände einschaltet, die selbsttätig stufenweise überbrückt werden, sodaß der Motor genau wie beim Anlassen von Hand allmählich auf seine volle Drehzahl beschleunigt wird. In dieser Weise können auch selbsttätige Sterndreieckschalter und Anlaßapparate für Motoren jeder Stromart, Leistung und Spannung aufgebaut werden.

Sehr einfach gestaltet sich mit derartigen Apparaten der vollautomatische Betrieb bei einer Maschine mit luftgekühltem Kondensator, wie sie neuerdings vor allem für Haushaltkühlschränke bevorzugt werden. Ein selbsttätiger Temperaturregler, der mit seinem Fühlrohr in den Kühlraum oder in die Sole ragt, schließt den Magnetstromkreis so lange, als die Tempe-

ratur im Kühlraum zu hoch ist. Bei Anlagen mit Kühlwasser wird im allgemeinen durch den Temperaturreglern zuerst ein elektromagnetisches Kühlwasserventil geöffnet. Das strömende Wasser betätigt einen von der durchfließenden Wassermenge abhängigen Kühlwassersicherheitsschalter, der seinerseits den Magnetstromkreis für das Schütz oder den Selbstanlasser steuert. Damit ist gleichzeitig eine zwangläufige Abhängigkeit vom Kühlwasser erreicht, sodaß die Maschine niemals ohne Wasser laufen kann.

Auf das Fühlrohr des Temperaturreglers ist das Triebwerk aufgebaut. Durch Drehung der Spindel kann der Regler in einem weiten Bereich verstellt werden. Die Temperaturdifferenz ist durch Versetzen einer Fühlschraube auf verschiedene Werte zwischen $1^1/_2$ und 7^0 verstellbar, sodaß das gleiche Modell für Luft und Sole verwendet werden kann. Durch eine »Freilauf«-Einrichtung ist der Regler gegen Ueberbeanspruchungen unempfindlich gemacht. Auch nach jeder Ueberhitzung oder Unterkühlung erfolgt die Schaltung genau bei der eingestellten Temperatur. Abb. 1 zeigt einen Thermographenstreifen, den eine Großfirma bei einem Dauerversuch mit diesem Regler und den zugehörigen Schaltapparaten erzielt hat.

Die Kontrolle der Wassermenge erfolgt bei frei ablaufendem Wasser durch einen Kühlwassersicherheitsschalter mit Schwimmereinrichtung, die eine Quecksilberschaltröhre betätigt. Durch eine Stellschraube kann der Schalter jeder Wassermenge genau angepaßt werden. Ein Ueberlaufen des Schalters ist selbst bei übermäßigem Wasserzulauf unmöglich. Wenn das Kühlwasser nicht frei ablaufen kann, sondern noch in einem höheren Stockwerk benötigt wird, tritt an die Stelle dieses Schalters ein Feindruckregler, der den Motor bei einem Druckabfall von 2 m Wassersäule abschaltet.

Elektromagnetische Kühlwasserventile zeigt Abb. 2. Der in dem geschlossenen Gehäuse eingebaute Zugmagnet hebt die Ventilspindel an und öffnet damit den Ventilsitz, solange die Magnetspule eingeschaltet ist. Wird der Magnetstromkreis unterbrochen, so schließt sich das Ventil selbsttätig. Gegenüber den bisher üblichen Ausführungen mit Motorantrieb dürfte es genügen, auf den Vorteil der außerordentlichen Einfachheit des Magnetventils hinzuweisen. Besonders beachtenswert ist die Tatsache, daß sich dieses Ventil beim Ausbleiben des Stromes selbsttätig schließt, sodaß eine Kühlwasservergeudung bei stehender Maschine ausgeschlossen ist.

Sollen bei größeren Anlagen mehrere Kühlräume auf verschiedenen Temperaturen gehalten werden, so werden in die Soleleitung zu jeder Zelle Magnetventile ähnlicher Ausführung eingebaut, die durch

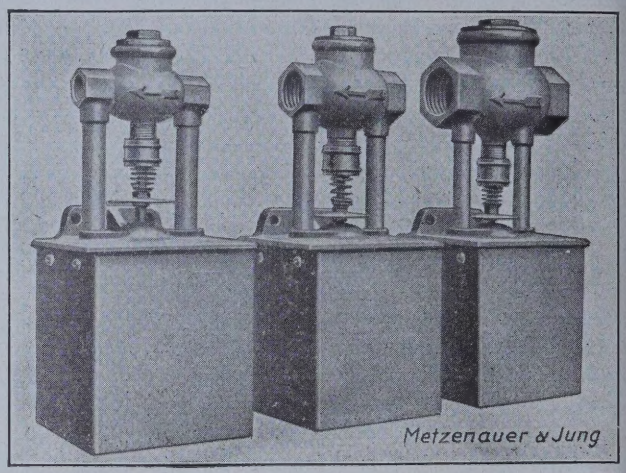


Abb. 2

besondere Temperaturregler in jedem Raum gesteuert werden. Hat eine Zelle ihre Endtemperatur erreicht so sperrt das zugehörige Ventil den Soleumlauf, sodaß die Maschine nur noch auf die restlichen Räume arbeitet. Sind alle Räume gekühlt, so wird das Kühlwasser und die Maschine abgestellt. Steigt die Temperatur auch nur in einer Zelle an, so geht die Maschine wieder selbsttätig in Betrieb.

Die geschilderten vollautomatischen Steuerungen nehmen dem Bedienungspersonal also alle Handgriffe zur Bedienung des Motors und des Kühlwassers ab. Die Erfahrung hat gezeigt, daß dieser automatische Betrieb nicht nur bei den modernen ventillosen Maschinen möglich ist, sondern auch bei den meisten Kolbenkompressoren, sofern nur geeignete Vorkehrungen zur Vermeidung von Flüssigkeitsschlägen (Flüssigkeitsabscheider, Ueberhitzer oder dergl.) getroffen sind. Eine große Anzahl von gewöhnlichen Kolbenkompressoren verschiedener Herkunft ohne automatisches Regulierventil befinden sich seit längerer Zeit mit derartigen Vollautomaten in Betrieb, ohne daß sich irgend welche Schwierigkeiten gezeigt haben.

Neben der Vollautomatik ist für viele Anlagen eine Steuerung erwünscht, welche die Bedienung ver-

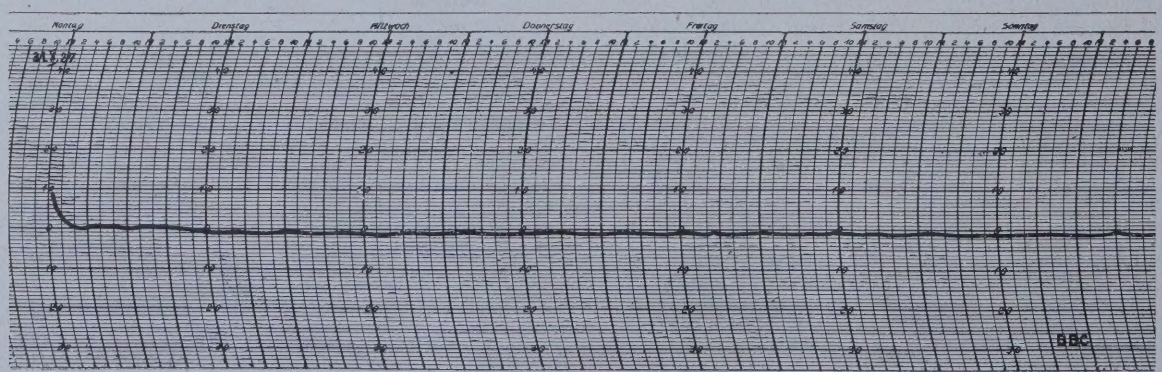


Abb. 1

einfacht und Schutz gegen Wassermangel bietet. Diesem Zweck dient die sogenannte Halbautomatik, bei der sich die Bedienung auf das Oeffnen und Schließen des Kühlwasserhahnes beschränkt. Die Maschine läuft so lange, als Kühlwasser fließt. Bleibt das Wasser aus, oder wird es absichtlich abgesperrt, so stellt sich die Maschine ab, um wieder selbsttätig in Betrieb zu gehen, wenn das Wasser wiederkehrt.

Für größere Anlagen, welche eine Ueberwachung von Ventilen nötig haben, wurde eine Kühlwassersicherheitsschaltung ausgebildet. Diese verriegelt den Schalter für den Motor, solange kein Kühlwasser fließt. Es ist daher Schutz gegen das Ausbleiben des Wassers und gegen falsche Reihenfolge in der Bedienung vorgesehen. Ebenso wird die Maschine beim Ausbleiben des Stromes, bei Ueberlast, einphasigem Lauf und Kurzschluß abgeschaltet. Auch ein Temperaturschalter kann damit verbunden werden, der die Maschine bei einer bestimmten Temperatur im Kühlraum oder Solebehälter abschaltet. Meist ist mit der Steuerung eine Signaleinrichtung verbunden, welche bei selbsttätigen Stillsetzen der Anlage den Wärter alarmiert. Diese Steuerungen können ohne Einschränkung bis zu den größten Anlagen gebaut werden, sofern sie nur elektrischen Antrieb besitzen.

Selbstverständlich stellen die genannten Steuerungen nur einige Ausführungsbeispiele für automatische Schaltungen von Kühlanlagen dar. Es ist gerade der Vorzug der beschriebenen Apparate, daß sie sich den Forderungen der verschiedensten Anlagen anpassen und in jedem Falle eine einfache und unbedingt betriebssichere Lösung ergeben.

Die gegenwärtige Lage der Versorgung Deutschlands mit Gefrierfleisch.

Von Dr. E. Kallert, Hamburg.

Eine der letzten Taten des verflossenen Reichstags war die grundlegende Aenderung der gesetzlichen Bestimmungen über die Einfuhr und den Vertrieb von Gefrierfleisch. Die der Gefrierfleischeinfuhr von jeher feindlich gesinnten Kreise nahmen die ungünstige Lage der Landwirtschaft zum willkommenen Anlaß, einen scharfen Vorstoß mit dem Ziel der völligen Abdrosselung der Einfuhr zu unternehmen. Einen weiteren Anlaß bot der zu Anfang dieses Jahres erschienene Bericht des Unterausschusses für Landwirtschaft des vom Reichstag eingesetzten Ausschusses zur Untersuchung der Erzeugungs- und Absatzbedingungen der deutschen Wirtschaft, des sog. Enquete-Ausschusses, der sich in wesentlichen Punkten gegen die bisher geübte Art des Vertriebes von Gefrierfleisch aussprach. Als dritter der Gefrierfleischsache abträglicher Umstand kam hinzu, daß die Neuwahlen zum Reichstag bevorstanden. Keine der politischen Parteien wollte den auf Verminderung der Einfuhr gerichteten Bestrebungen der Landwirtschaft offen entgegentreten, jede nützte vielmehr die augenblickliche Notlage derselben nach Kräften agitatorisch aus in der Hoffnung, aus der Unzufriedenheit des Landvolkes bei den Wahlen Gewinn zu ziehen. So hatte es denn der Wortführer der einfuhrgegnerischen Wünsche, der Reichsminister für Ernährung und Landwirtschaft, nicht allzu schwer, in den gesetzgebenden Körperschaften durchzusetzen, daß die zollfreie Einfuhrmenge des Gefrierfleisches auf weniger als die Hälfte verringert wurde. Damit erfuhr die Grundlage, auf der bis dahin die Versorgung der deutschen Verbraucherschaft mit Gefrierfleisch durchgeführt wurde, eine entscheidende Veränderung in ungünstigem Sinne, ganz besonders ungünstig deshalb, weil auf Grund der zu dem Gesetz erlassenen Ausführungsbestimmungen ein Teil der Verbraucher, nämlich der in den Konsumgenossenschaften organisierte, ganz einseitig im vollen Genuß des zollfreien Gefrierfleisches verblieb, der andere dagegen fast völlig davon ausgeschlossen wurde und nunmehr größtenteils auf den Genuß des erheblich teureren verzollten Fleisches angewiesen ist.

Auf die Einzelheiten der getroffenen Neuregelung soll weiter unten eingegangen werden, hier erscheint es angebracht, einen kurzen Rückblick auf die Entwickelung der Versorgung Deutschlands mit Gefrierfleisch zu werfen. Er wird zeigen, daß selten ein Wirtschaftszweig sich sein Daseinsrecht auf so unsicherem Rechtsboden und von seinen Gegnern so zielbewußt und rücksichtslos angefeindet erkämpfen mußte wie der Handel mit Gefrierfleisch. Vor dem Kriege war bekanntlich die Einfuhr von Gefrierfleisch praktisch unmöglich gemacht, weil der Paragraph 12 des Reichsfleischbeschaugesetzes bestimmt: »Frisches Fleisch darf in das Zollinland nur in ganzen Tierkörpern, die bei Rindvieh ausschließlich der Kälber und bei Schweinen in Hälften zerlegt sein können, eingeführt werden. Mit den Tierkörpern müssen Brust- und Bauchfell, Herz, Lunge, Nieren, bei Kühen auch das Euter, in natürlichem Zusammenhang verbunden sein.« Diese Vorschriften hätten sich bestenfalls bei Schafen, nicht aber bei Rindern einhalten lassen. Laut Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 4. August 1914 wurde durch Bundesratsbeschluß der Paragraph 12 für die Dauer des Krieges außer Kraft gesetzt, soweit er der Einfuhr ernstliche Hindernisse in den Weg legte. In diesem Sinne wurde auf die Miteinfuhr der inneren Organe verzichtet, auch durfte der Tierkörper der Rinder ausschließlich der Kälber in Viertel zerlegt sein. Damit war unter dem Druck der Kriegsnot die Bahn für die Gefrierfleischeinfuhr freigegeben. Freilich konnte sich dies zunächst nicht praktisch auswirken, weil bald darauf jede Zufuhr von überseeischem Fleisch nach Deutschland durch die feindliche Absperrung verhindert wurde. Wichtig dagegen war für die Zukunft, daß diese Einfuhrerleichterungen über das Kriegsende hinaus bestehen blieben, so daß nach Abschluß des Waffenstillstandes und dann des Friedensvertrages Gefrierfleisch aus dem Aulande eingeführt werden konnte. Auf Grund des Ermächtigungsgesetzes vom 13. Oktober 1923 erließ am 2. Novbr. desselben Jahres die Reichsregierung eine Verordnung, durch welche die Einfuhrerleichterungen für Gefrierfleisch auf eine weitere Reihe von Jahren verlängert wurden und zwar für Fleisch selbst mindestens bis bis 31. Dezember 1933 und für Organe und andere Teile des Tierkörpers mindestens bis 31. Dezember 1928. Die Regierung setzte damit ihre Ueberzeugung, daß das Gefrierfleisch bis auf weiteres für die Ernährung des deutschen Volkes unentbehrlich sei, in die Tat um. Sie wollte dem Handel für das große Risiko, das er bei der Einfuhr von Gefrierfleisch zu tragen hat, eine festere Rechtsgrundlage geben. Wenn so an die Stelle der bloßen Verordnung, die von der

Regierung jederzeit wieder aufgehoben oder abgeändert werden konnte, auch eine Regelung mit gesetzlichem Charakter getreten war, so ließen doch die festgesetzten, kurz bemessenen Fristen ein starkes Gefühl der Unsicherheit bestehen, das der vollen Entfaltung des Gefrierfleischhandels sehr abträglich war. Niemand konnte damals ahnen, daß auch die Frist von 5 bezw. 10 Jahren dem Handel nicht zum ruhigen Ausbau seiner vielseitigen Organisation belassen, sondern daß bald versucht werden würde, ihm auf andere Weise, auf dem Wege über die Zollgesetzgebung, Abbruch zu tun.

Schon kurz nach dem Einsetzen der direkten Einfuhr erstklassigen überseeischen Gefrierfleisches im Frühjahr 1922 machten sich Bestrebungen der Landwirtschaft bemerkbar, das als unliebsamen Konkurrenten für das heimische Frischfleisch empfundene Gefrierfleisch wieder, wie vor dem Kriege, vom deutschen Markt auszuschließen. Diese Bestrebungen verstärkten sich um so mehr, je festeren Fuß das Gefrierfleisch in Deutschland faßte, je weniger die heimische Produktion einen Ersatz für das gute und billige Gefrierfleisch zu liefern vermochte. Im Sommer 1925 entbrannte dann der offene Kampf um die Gefrierfleischeinfuhr, der schließlich, auf dem Wege des Kuhhandels zwischen den damals regierenden Parteien des Reichstages beendigt wurde. Es wurde auf Anregung aus den Kreisen der christlichen Gewerkschaften der Beschluß gefaßt, einen Zoll von 45 Pfennigen je Kilogramm Gefrierfleisch zu erheben, jedoch Gefrierfleisch »im Rahmen der bisherigen Einfuhr« zollfrei zu lassen, »sofern es durch Vermittlung der Gemeinden tunlichst unter Einschaltung des ordnungsmäßigen Gewerbes und der Genossenschaften sowie deren Zentralen den Verbrauchern zum Selbstkostenpreise oder mit einem mäßigen Aufschlag zugeführt wird«. Zu diesem Gesetz, das am 17. August 1925 beschlossen wurde, erließen das Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft und das Reichsfinanzministerium Ausführungsbestimmungen, die am 1. Oktober 1925 in Kraft traten und im wesentlichen folgendes enthielten: Die zollfrei bleibende Menge Gefrierfleisch wird durch das Reichsernährungsministerium auf Grund von Berechtigungsscheinen an die Großhandelsfirmen verteilt, die das Fleisch an die von den Gemeinden zugelassenen Kleinhändler weiterleiten. Der Großhändler leistet zunächst der Zollbehörde Sicherheit für den Zollbetrag, der auf die von ihm eingeführte Menge entfallen würde, und bringt entweder innerhalb von 3 Monaten die Bestätigung der Gemeinden dafür, daß das Fleisch entsprechend den gesetzlichen Vorschriften in den Verkehr gebracht worden ist, oder er hat den Zoll nachträglich zu bezahlen. Das zollfreie Kontingent wurde zunächst irrtümlich auf 102000 Tonnen für das Jahr festgesetzt, ab 1. August 1926 aber, gemäß dem tatsächlichen früheren Verbrauch, auf 120000 t erhöht. Es verteilte sich auf rund 200000 Großhandelsfirmen, die sich nach Kräften bemühten, sich mit der geschaffenen eigenartigen Lage abzufinden und alle Verbrauchsgebiete regelmäßig und ausreichend zu beliefern. Immerhin bedeutete die Einführung eines zollfreien Kontingents die jähe Unterbrechung einer Entwicklung, die sich in aufsteigender Linie bewegt hatte, die künstliche Niederhaltung des Gefrierfleischkonsums, die Einschnürung des Handels in ein enges Netz von Zwangsmaßnahmen, wie sie kein anderer Zweig unserer freien Wirtschaft zu ertragen hatte. Es war nicht verwunderlich, daß diese Regelung niemand befriedigen konnte. Die Menge von 120000 t reichte zur Deckung des Bedarfes nicht aus, es machte sich vielerorts eine Knappheit an Gefrierfleisch bemerkbar, die Verstimmung in der Verbraucherschaft schuf und ihren Ausdruck in lebhaften Protesten der betroffenen Gemeinden beim Ernährungsministerium fand. Die am Handel beteiligten Kreise waren unzufrieden, weil sie sich in ihrer Bewegungsfreiheit unerträglich eingeschränkt fühlten. Die Landwirtschaft endlich fuhr fort, über die Konkurrenz des Gefrierfleisches zu klagen und eine weitere Verminderung der Einfuhr zu verlangen. Kurz, das gewählte Einfuhr- und Verteilungssystem war mit allen Mängeln eines faulen Kompromisses behaftet.

Dieses Gesetz über die Kontingentierung der Gefrierfleischeinfuhr lief mit dem 1. August 1927 ab, es wurde also mit diesem Zeitpunkt eine neue Regelung der ganzen Frage notwendig. Wieder setzte ein heftiger Streit der Meinungen ein, wieder war eine endgültige Bereinigung der Frage nicht möglich. Man fand letzten Endes keinen anderen Ausweg in den Kreisen der Regierung und des Reichstages als den, die eigentlich von allen Beteiligten als ganz unzulänglich abgelehnte Kontingentierung kurzfristig zu verlängern, und zwar bis 31. Dezember 1929. Die Aenderungen, die dabei an dem ursprünglichen Gesetz vorgenommen wurden, waren unwesentlich, es blieb also beim alten. Doch die Annahme, daß nun wenigstens bis Ende 1929 eine gewisse Ruhe und Stetigkeit in die Versorgung des deutschen Marktes mit Gefrierfleisch kommen würde, erwies sich als trügerisch. Durch das Reichsernährungsministerium wurde vom 1. Februar 1928 ab das zollfreie Kontingent von 120000 tons jährlich auf 102000 t herabgesetzt, eine Maßnahme, die seitens des Fachhandels als ungesetzlich gekennzeichnet wurde mit der Begründung, daß das Kontingent im Juli 1926 durch eine verbindliche Erklärung des damaligen Reichsernährungsministers Haslinde auf 120000 t festgelegt worden war. In diesem Zusammenhang ist ein Rechtsgutachten des Bonner Universitätsprofessors Dr. Hensel von Interesse, das auf Veranlassung des Fachausschusses für Fleischversorgung über die Frage erstattet wurde, wie hoch das Kontingent nach der gesetzlichen Bestimmung »im Rahmen der bisherigen Einfuhr« bemessen sein müßte. Professor Hensel kam zu dem Ergebnis, daß das Kontingent, wenn es dem Sinne des Gesetzes entsprechen sollte, 146000 t betragen müßte. Also schon dieser kleine Ausschnitt aus der Gesamtfrage, die Bemessung des Kontingents zuerst mit 102000, dann auf Drängen des Handels mit 120000 und zuletzt die plötzliche Verminderung auf wieder 102000 t trotz früherer verbindlicher Erklärung des Ernährungsministers, beweist, mit welch' hohem Grad von Unsicherheit der Gefrierfleischhandel zu rechnen hatte. Schließlich kam dann im März d. J. der Hauptschlag gegen die Gefrierfleischeinfuhr, die Verminderung des Kontingents auf weniger als die Hälfte, auf 50000 Tonnen, eine Maßnahme, zu der sich trotz der durch die Verordnung vom 2. November gegebenen Garantie der ungehinderten Einfuhr auf 10 Jahre und trotz

der am 15. Juli 1927 vom Reichstag beschlossenen Verlängerung der Kontingentierung bis Ende 1929 die gesetzgebenden Körperschaften auf Betreiben des rein landwirtschaftlich eingestellten Ernährungsministers bereitfinden ließen.

An dieser Stelle sei kurz auf den bereits eingangs erwähnten Bericht des Unterausschusses für Landwirtschaft, des sog. Enquete-Ausschusses, eingegangen, der in der Oeffentlichkeit zu heftigen Angriffen gegen das System der Kontingentierung im allgemeinen, gegen das Ernährungsministerium und den Großhandel im besonderen führte. Die Untersuchungen des genannten Unterausschusses hatten zum Gegenstand die Auswirkung der Gefrierfleischkontingentierung auf die Preisbildung des Gefrierfleisches. Sie wurden geleitet von dem sozialdemokratischen Abgeordneten Dr. Baade, der auch den Bericht verfaßte. Hauptveranlassung zu den Untersuchungen war der besonders von Fleischerfachzeitungen immer wieder erhobene Vorwurf, daß der Großhandel aus dem Kontingentsfleisch unangemessen hohe Gewinne ziehe. Der Bericht legte dem Großhandel auf Grund der getroffenen Feststellungen zur Last, daß er an dem Kontingentsfleisch einen unberechtigt hohen Gewinn gemacht habe, und daß außerdem sehr zahlreiche Fälle von Handel mit Kontingentsscheinen vorgekommen seien. Wer den Bericht unvoreingenommen und an Hand eigener genauer Kenntnis der Sachlage prüfte, konnte sich nicht des deutlichen Eindrucks erwehren, daß er aus einer bestimmten politischen und wirtschaftlichen Einstellung heraus verfaßt sei, daß er dementsprechende Absichten verfolge und daß die tatsächlichen Feststellungen doch nicht die erhobenen schweren Vorwürfe rechtfertigten. Schon die Zusammensetzung des Unterausschusses war eine einseitige, für den Handel ungünstige, denn es war in ihm vorwiegend die Landwirtschaft, der Handel dagegen gar nicht vertreten. Statt die Untersuchung dem sachlich zuständigen Handelsausschuß zu übertragen, hatte man im wesentlichen die der Gefrierfleischeinfuhr grundsätzlich feindlich gesinnte Landwirtschaft zum Richter über die Verhältnisse im Gefrierfleischhandel eingesetzt. Ferner hatte der Berichterstatter offenbar das Bestreben, die am Großhandel stark beteiligten Konsumvereine als diejenigen Stellen zu kennzeichnen, die für die Verteilung des Gefrierfleisches besonders geeignet seien, und endlich die politisch anders gerichtete Regierung mit der Verantwortung für die Mißstände im Handel zu belasten. Die allgemeine Absicht des Untersuchungsführers ging unverkennbar dahin, die unerträgliche Beschränkung der Einfuhr entweder durch Aufhebung der Kontingentierung oder durch eine angemessene Erhöhung des Kontingents zu beseitigen. Er hatte wohl nicht vorausgesehen, daß die Veröffentlichung seines Berichts gerade in eine Zeit fallen würde, in der dank einer glänzenden Organisation die Notlage der Landwirtschaft die öffentliche Meinung beherrschte, und daß die sofort propagandistisch ausgewertete Aufdeckung angeblicher oder wirklicher Mißstände im Gefrierfleischhandel zu einem scharfen und erfolgreichen Vorstoß gegen die Gefrierfleischeinfuhr benützt werden würde, wie dies dann tatsächlich geschah.

Daß der Handel mit dem zollfreien Kontingentsfleisch einen guten Gewinn abgeworfen hat, wird sicher von den beteiligten Firmen nicht in Abrede gestellt, wenn auch der in dem Bericht angegebene Gewinn ganz zweifellos als eine sehr starke, Uebertreibung anzusehen ist. Bei der Beurteilung des am Gefrierfleisch gemachten Handelsgewinnes ist jedoch folgendes zu berücksitigen: Die gesetzgebenden Körperschaften haben durch die Kontingentierung und vor allem durch die zu knappe Bemessung des Kontingents selbst dafür gesorgt, daß die Nachfrage nach Gefrierfleisch das Angebot wesentlich überstieg, haben also für den Gefrierfleischhandel selbst eine vom kaufmännischen Standpunkt aus denkbar günstige Lage geschaffen. Dazu kam der weitere Umstand, daß bis vor etwa einem Jahr in der Preisbildung auf dem Weltmarkt anormale Zustände insofern herrschten, als die sechs Hauptexportfirmen für Gefrierfleisch in einem scharfen Konkurrenzkampf lagen, sich gegenseitig unterboten und große Summen dabei verloren. Das Gefrierfleisch kam also zu anormal niedrigen Preisen zur Einfuhr, so daß die Gewinne des deutschen Großhandels nicht etwa aus den Taschen der Verbraucherschaft, als Monopolgewinne, sondern aus den Taschen der ausländischen Importeure, als reine Konjunkturgewinne, geflossen sind. Daß der Großhandel die für ihn so günstige Lage keineswegs voll ausgenützt hat, ergibt sich daraus, daß während dieser ganzen Zeit die Großhandelspreise stabil geblieben sind, und daß sogar die absolute Preisspanne zwischen den Kleinhandelspreisen des frischen und gefrorenen Fleisches immer größer geworden ist. Endlich ist doch daran zu denken, daß der Handel nicht nur mit guten, sondern auch mit schlechten Zeiten zu rechnen hat, in besonderem Maße der Gefrierfleischhandel, der seit Jahren dauernd in Ungewißheit über die Möglichkeiten seines Fortbestehens schwebt. Gewinne in guten müssen Verluste in schlechten Zeiten ausgleichen, das ist eine Selbstverständlichkeit für jede kaufmännische Betätigung; nur dem Gefrierfleischhandel will man in etwas pharisäerhaft anmutender Weise das Recht bestreiten, geschäftlich günstige Zeiten zu seinem Vorteil auszunützen. Die Absicht, den Großhandel zum Sündenbock für die Mängel eines von ihm aufs schärfste bekämpften Zwangssystems zu stempeln, war für den Kundigen doch zu offensichtlich.

Die in bem Bericht behaupteten sehr zahlreichen Fälle von Handel mit Kontingentsscheinen, d. h. nur des Scheines, nicht der Ware selbst mit Gewinn für den Verkäufer, schrumpfen nach den Ausführungen des Berichtes selbst auf einige wenige Fälle zusammen, die vom Ernährungsminister längst durch Entzug des Kontingentes geahndet worden waren. In den übrigen Fällen wurde lediglich eine Uebertragung von Kontingentsteilen von Großhändler zu Großhändler zwecks Ausgleich verschiedenen örtlichen Bedarfes vorgenommen, ein Vorgang, der nach der Auffassung des Berichterstatters nicht unter den Begriff des eigentlichen Kontingentsscheinhandels zu rechnen war. Also auch dieser in der Stimmungsmache gegen den Großhandel und gegen die gesamte Gefrierfleischsache so heftig und allgemein erhobene Vorwurf müheloser Verdienste durch Verkauf von Kontingentsscheinen stand, an den vom Ausschuß ermittelten Tatsachen gemessen, auf recht schwachen Füßen. Mißstände hatten sich hier und dort sicherlich herausgebildet, denn es gibt schließlich in jedem Handelszweig ein-

zelne Vertreter, die sich bei gebotener Gelegenheit skrupellos zu bereichern suchen, sie nach der Aufdeckung gründlich zu beseitigen hatten sich sowohl die zuständigen Behörden wie auch die Organisation des Handels angelegen sein lassen. Daß man aber durch hemmungslose Verallgemeinerung und Uebertreibung verwerflicher Einzelvorkommnisse die öffentliche Meinung gegen die Gefrierfleischeinfuhr und den Gefrierfleischgroßhandel, welch letzterer gerade durch behördliche Maßnahmen dauernd unter schwerem Druck gehalten wird, ungünstig zu beeinflussen suchte, um eigene Absichten durchzusetzen, verdient als trauriges Zeichen der heute beliebten Art, wirtschaftliche Streitfragen zu behandeln, gewürdigt zu werden.

Nach diesem Rückblick auf die Entwicklung der Gefrierfleischversorgung Deutschlands sei nunmehr auf die gegenwärtige Lage, wie sie sich auf Grund der letzten gesetzgeberischen Maßnahmen gestaltet hat, eingegangen. Die Hauptbestimmung des Gesetzes über die zollfreie Einfuhr von Gefrierfleisch vom 30. März 1928 lautet: „Zur Versorgung der minderbemittelten Bevölkerung mit Gefrierfleisch sind vom 1. Mai 1928 an jährlich 50000 Tonnen Gefrierfleisch nach näherer Anordnung der Reichsregierung zollfrei zu lassen. Die Reichsregierung kann mit Zustimmung des Reichsrats und eines Ausschusses des Reichstags die zollfreie Gefrierfleischmenge dem Stande der Fleischversorgung angleichen." Den Auftakt zu dieser Verminderung der zollfreien Einfuhrmenge auf weniger als die Hälfte hatte die Herabsetzung des Kontingents auf 102000 t ab 1. Februar 1928 durch Beschluß des Ernährungsministeriums gebildet, die bereits im Zeichen der Hilfeleistung für die notleidende Landwirtschaft erfolgt war. Zu dem Gesetz vom 30. März wurden Ausführungsbestimmungen erlassen, die in der Verordnung über zollfreie Einfuhr von Gefrierfleisch vom 24. April 1928 enthalten sind. Durch sie wurde der Vertrieb der zollfreien Gefrierfleischmenge in allen Einzelheiten geregelt.

Der Inhalt dieser Ausführungsbestimmungen ist kurz folgender: Die Zollfreiheit für Gefrierfleisch kann nach wie vor nur auf Grund eines vom Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft ausgestellten Berechtigungsscheines in Anspruch genommen werden und zwar nur für Rindergefrierfleisch, sodaß die bisher im Kontingent enthaltenen andern Gefrierfleischsorten wie Hammel- und Schweinefleisch, Innereien, künftig auf jeden Fall zu verzollen sind. Die Verbrauchsgebiete, denen das zollfreie Fleisch zuzuführen ist, sind ausdrücklich aufgezählt. Es sind im wesentlichen die großen Städte und die Industriebezirke. Alle nicht in der Verordnung genannten Orte und Bezirke sind vom Bezug des zollfreien Fleisches ausgeschlossen. Das Ernährungsministerium teilt die in der Regel auf ein Vierteljahr und auf bestimmte Mengen lautenden Berechtigungsscheine 1. den Vorständen der zu beliefernden Gemeinden, 2. dem Zentralverband deutscher Konsumvereine in Hamburg, 3. dem Reichsverband deutscher Konsumvereine in Köln zu. Bei der Zuteilung ist das Verhältnis der Gesamtmenge von 50000 tons zu dem Verbrauch der zu beliefernden Gebiete im vierten Vierteljahr 1927 zugrunde zu legen. Den unter 2. und 3. genannten Verbänden ist jedoch grundsätzlich die volle Menge zuzuteilen, die sie im angegebenen Zeitabschnitt an die in der Verordnung genannten Verbrauchsgebiete geliefert haben. Bei der Zuteilung an die Vorstände der Gemeinden sind die den Konsumvereinen zugewiesenen Mengen anzurechnen. Die Vorstände der Gemeinden sollen tunlichst die ihnen zugeteilten Berechtigungsscheine an Personen bezw. Firmen weitergeben, die sich verpflichten, das Gefrierfleisch innerhalb des Bezirks der Gemeinde zu angemessenen Bedingungen abzusetzen; sie haben in diesem Falle den Inhaber des Berechtigungsscheines auf diesem zu vermerken. Gefrierfleisch, für das die Zollfreiheit in Anspruch genommen wird, darf nur in Verkaufsstellen abgesetzt werden, die von dem Vorstand der Gemeinde bestimmt und überwacht werden; Gefrierfleisch, für das die Berechtigungsscheine den Verbänden der Konsumvereine zugeteilt werden, darf nur in Verkaufsstellen der Konsumvereine abgesetzt werden. Endlich ist es untersagt, in derselben Verkaufsstelle, in der unverzolltes Gefrierfleisch zum Verkauf gelangt, verzolltes feilzuhalten, und zollfreies Gefrierfleisch zu Wurst zu verarbeiten und an Fleischwarenfabriken oder an Gast- und Schankwirtschaften abzusetzen. Soweit die Reichsregierung keine Bestimmungen erlassen hat, können die obersten Landesbehörden oder die von ihnen bestimmten Stellen weitere Anordnungen treffen, insbesondere darüber, in welcher Weise das Gefrierfleisch den Minderbemittelten zuzuführen ist.

Bei der Durchsicht dieser Ausführungsbestimmungen fällt zunächst auf, daß zahlreiche Verbrauchsorte kein zollfreies Gefrierfleisch mehr erhalten, obwohl in ihnen ein dringender Bedarf nach solchem besteht. Es sei nur an das wichtige Industriegebiet der Lausitz erinnert, dem die Zufuhr von zollfreiem Fleisch plötzlich abgeschnitten wurde. Ursprünglich war geplant, das Kontingent nur in einer ganz kleinen Zahl von Städten verteilen zu lassen, man sah sich jedoch gezwungen, den Kreis der zu beliefernden Gebiete erheblich zu erweitern, weil weitaus die meisten Stadtverwaltungen im Interesse ihrer minderbemittelten Bevölkerung von der Regierung nachdrücklichst einen Anteil am Kontingent verlangten. Schon diese Tatsache beweist hinreichend, daß die für die Fleischversorgung der Städte zuständigen Stellen das Gefrierfleisch für unentbehrlich halten. Die Zuteilung des zollfreien Kontingents nur an bestimmmte bevorzugte Gebiete bedeutet ein großes Unrecht, denn die Verbraucherschaft Deutschlands wird dadurch nach Gegenden und Orten in zwei Klassen eingeteilt, deren eine nach wie vor mit billigem, weil zollfreiem Gefrierfleisch beliefert wird, während die andere auf das teurere, weil verzollte Fleisch, angewiesen ist oder ganz auf den Gefrierfleischgenuss verzichten muß.

Eine noch weit größere Ungerechtigkeit ergibt sich aber aus der Bestimmung, daß die Zentralen der Konsumvereine auch aus dem auf weniger als die Hälfte verkleinerten Kontingent in voller Höhe ihres bisherigen Umsatzes zu beliefern sind. Die Konsumvereine können also fernerhin ihre Abnehmerschaft voll mit zollfreiem Gefrierfleisch versorgen, während der ganze übrige Groß- und Kleinhandel den Vertrieb zollfreien Fleisches entweder ganz aufgeben muß oder nur in sehr beschränkten Umfang weiterführen kann. Dies bedeutet, daß man die oben erwähnte Einteilung der Verbraucher in zwei Klassen auch in den einzelnen, mit zollfreiem Gefrierfleisch belieferten

Orten verwirklicht und damit auf die Spitze getrieben hat, denn die Kundschaft der Konsumvereinsverkaufsstellen hat gegenüber der Masse der anderen Bevölkerung den großen wirtschaftlichen Vorteil billigeren Einkaufs. Die Konsumvereine haben damit ein gewaltiges Uebergewicht über den gesamten anderen Groß- und Kleinhandel, eine Art Monopolstellung in der Gefrierfleischversorgung, erhalten. Nicht mit Unrecht schrieb am 20. Apr.l die „Fleischerverbands-Zeitung" über den erstaunlichen Pakt Schieles mit den Konsumvereinen: „Ein sozialdemokratischer Minister hätte nicht mittelstandsfeindlicher handeln können als der einer bürgerlichen Regierung angehörende Reichsernährungsminister Schiele." Am schwersten sind durch diese Regelung zahllose mittlere und kleine Fleischer betroffen, die jetzt vom Verkauf des zollfreien Fleisches ausgeschaltet sind und dadurch einen beträchtlichen Teil ihrer Kundschaft verloren haben. An dieser bedauerlichen Tatsache vermochten bisher alle leidenschaftlichen Einsprüche der Fleischerorganisationen gegen die ungeheuerliche Bevorzugung der Konsumvereine nichts zu ändern. Freilich sind gerade die Fleischer nicht ganz schuldlos an dieser Lage, denn sie haben durch ihre dauernden Angriffe gegen den Großhandel, mit dem sie eigentlich in natürlicher Interessengemeinschaft hätten Hand in Hand gehen müssen, wirksame Handhaben zu dem Vorgehen gegen die ganze Gefrierfleischversorgung gegeben.

Eine Neuerung liegt ferner darin, daß nunmehr die Gemeinden selbst die Berechtigungsscheine über die auf sie entfallende Kontingentsmenge erhalten und ihrerseits an geeignete Personen oder Firmen weitergeben. Damit ist den Gemeinden in der Verteilung des Kontingents, soweit sie nicht den Konsumvereinen in die Hände gegeben ist, eine ausschlaggebende Rolle zugewiesen. Daß in Zukunft zollfreies Gefrierfleisch nicht mehr zu Wurst verarbeitet und nicht an Gast- und Schankwirtschaften geliefert werden darf, ist im Interesse einer reellen Ausgestaltung der Gefrierfleischversorgung zu begrüßen. Auch mit dem Verbot, in der gleichen Verkaufsstelle zollfreies und verzolltes Gefrierfleisch feilzuhalten, kann man einverstanden sein.

Die gegenwärtige Lage der Gefrierfleischversorgung Deutschlands ist also dadurch gekennzeichnet, daß man der Landwirtschaft zu Liebe die zweifellos vorhandene starke Nachfrage nach dem billigen und guten Gefrierfleisch durch rücksichtslose gesetzgeberische Maßnahmen zu unterdrücken versucht. Man läßt auf der einen Seite so wenig Fleisch zollfrei herein und verteilt es nach einem so ungerechten System, daß weite Kreise der Verbraucher ihren Bedarf nicht befriedigen können, und erhebt von dem Fleisch, das über die völlig ungenügende zollfreie Menge hinaus eingeführt wird, einen so hohen Zoll, daß es den Charakter der Wohlfeilheit gegenüber dem gleichwertigen Frischfleisch zu einem erheblichen Teil einbüßt und damit aufhört, die Fleischnahrung der Bedürftigen zu sein. Es liegt auf der Hand, daß eine solche Regelung niemand zufriedenstellen kann, mit Ausnahme vielleicht der Konsumvereine, sodaß sie schleunigst durch eine gerechtere Neuordnung der Dinge abgelöst werden muß. Hoffentlich findet der neue Reichstag bald Zeit und Gelegenheit, sich mit dem für die Ernährung des Volkes, vor allem der Großstädte und Industriebezirke, so wichtigen Problem der Gefrierfleischversorgung zu befassen und die Sünden seines Vorgängers wieder gutzumachen.

Zeitschriftenbericht.

Kälteverwendung.

Die Kühlanlage des Dampfers „Koursk". E. Joelson. Die Kälte-Industrie (Hamburg) 1928, Heft 5.

Beschreibung und Schaltungsschema der Anlage. Angaben über den Raumbedarf der Kühleinrichtung.

Die fahrbare Kühlanlage. (La stazione ambulante del freddo). Alberto Perfetti. L'industria italiana del freddo. 1928. Heft 4.

Beschreibung und Abbildung eines Eisenbahnwagens mit Kältemaschine und Luftkühler.

Verschiedenes

Der Kampf um die Herrschaft über den Gefrier- und Kühlfleischmarkt. Jens Jenssen. Schmollers Jahrbuch für Gesetzgebung, Verwaltung und Volkswirtschaft im Deutschen Reich. 1928. 2. Heft (20 Seiten).

Der Verfasser schildert sehr anschaulich den Kampf in Südamerika um den Fleischmarkt einerseits zwischen englischem und amerikanischem Kapital, andrerseits zwischen den Gefrieranstalten und den Züchtern. Der Kampf beschränkt sich im wesentlichen auf Argentinien und Uruguay. Denn in Brasilien, Australien und Neuseeland sind die Rinderbestände gegenüber den argentinischen von minderer Güte. Man führt in immer steigendem Maße gekühltes — nicht gefrorenes — Fleisch nach England ein und nur sehr gutes Fleisch verträgt eine Kühldauer von etwas über 40 Tagen, während der Transport von Neuseeland und Australien länger dauert. Außerdem liegen die klimatischen Verhältnisse in diesen beiden Ländern und auch in Südafrika so, daß eine über das ganze Jahr gleichmäßige Belieferung nicht möglich ist. Der Kampf geht zwischen der englischen Vestey-Gruppe und der Nordamerikanischen Armour-Gruppe um den Markt in England mit dem Erfolge, daß beide Teile bis Ende 1926 bis 50 Millionen Dollar Verlust zu buchen hatten. Auf der andern Seite besteht das Bestreben, die Einkaufspreise bei den Züchtern zu senken, so daß diese allerdings im wesentlichen fruchtlose staatliche Schutzmaßregeln erzwungen haben. Kommen die beiden kämpfenden Gruppen zu einer Einigung, wie dies schon wiederholt der Fall gewesen ist, so werden Züchter und Verbraucher die Leidtragenden sein. Der Aufsatz enthält viele statistische Zahlenangaben.

Kr.

Bücherbericht

„Hütte". Taschenbuch für den praktischen Chemiker. Herausgegecen vom Akademischen Verein „Hütte" E. V. in Berlin. 1927. Verlag von Ernst & Sohn. In Leinen geb. 28 M., in Leder 31 M.

Hier ist der Versuch unternommen worden, möglichst viel von dem, was die Chemie als technisches

Arbeitsgebiet angeht, in einem Bande von 862 Seiten zusammenzufassen. Zunächst eine kurze Kennzeichnung des Inhalts. Der erste Abschnitt behandelt die wirtschaftliche Bedeutung der technischen Chemie im Welthandel; Heizung, Lüftung und Beleuchtung; Wasserwirtschaft; Betriebsgefahren und ihre Bekämpfung; Feuerlöscheinrichtungen; Preise von Chemikalien und Rohstoffen. Der zweite Abschnitt ist hauptsächlich den Werkstoffen und den wichtigsten Chemikalien hinsichtlich ihrer Haupteigenschaften und der Prüfung gewidmet. Besondere Anerkennung verdient der dritte Abschnitt über die Aggregatzustände, in welchem theoretische Hinweise und apparative Hilfsmittel zur technischen Behandlung der Gase, Flüssigkeiten und festen sowie kolloidalen Stoffe geboten werden. Im vierten Abschnitt (Mechanik) werden Messungen und Rechnungen, Maschinenteile, Hebezeuge, Pumpen, Fördereinrichtungen für Gase, Zerkleinerung sowie Scheiden, Mischen, Pressen behandelt. Der fünfte Abschnitt befaßt sich mit Licht und anderen Strahlungen, Wärme und Elektrizität. Im sechsten Abschnitt werden allgemeine Richtlinien für das Arbeiten im Laboratorium und Betrieb sowie besondere Arbeitsweisen der Remischen Technik an Hand von Beispielen aus der anorganischen und organischen Industrie gebracht.

Man sieht, daß die Mannigfaltigkeit nicht mehr überboten werden kann. Bedenkt man aber, daß derselbe Verlag für einen einzigen Sonderzweig dieser Technik, nämlich die Eisenhüttenkunde, ein Taschenbuch von größerem Umfange herausgebracht hat, so zeigt sich schon, daß in dem vorliegenden Werk zwischen Stoff und Seitenzahl ein arges Mißverhältnis besteht, das zu einer nicht mehr zulässigen Einschränkung des Textes zwingt und darum für zahlreiche, technisch wichtige Fragen nicht mehr als ein Stichwort übrig läßt. Dies erscheint dem Referenten als Nachteil, der gemildert worden wäre, wenn zur Gewinnung von Raum ein großer Teil von Tabellen fortgefallen wäre, die ohnehin in jedem Chemiker-Kalender, der »Hütte« oder leicht zugänglichen kleinen Sonderheften enthalten sind. So ist auch das den Leserkreis dieser Zeitschrift besonders angehende Kapitel »Eis- und Kältetechnik« mit 4 Seiten abgetan, wovon über die Hälfte auf Tabellen und Abbildungen entfällt.

Daher, bei allem Respekt vor der Arbeitsleistung: multa, sed non multum! Spitzer.

Alb. Fischer. Die Kältemaschine in der Milchwirtschaft. Hildesheim. Verlag der Molkereizeitung. 223 Seiten, 129 Abb. Preis geb. 4,50 RM.

Der Verfasser hat es verstanden, in einfacher und klarer Sprache die Vorgänge in den Kältemaschinen darzulegen, die Einzelteile zu beschreiben und die Verwendung der Maschinen im Molkereiwesen zu zeigen.

Es sind dabei alte und neue Bauarten berücksichtigt worden, und wenn in dem kleinen Büchlein auch nicht alles gebracht werden kann, so wird doch das Notwendige geboten. Man erkennt überall die eigene große praktische Erfahrung des Verfassers, und der Leser gewinnt schnell die Einsicht, daß er, ohne mit Theorie belastet zu werden, praktisch nützliche Belehrung erfährt.

Das Buch ist sehr gut ausgestattet. Es kann warm empfohlen werden. Krause.

Wirtschaftliche Nachrichten

Dem Geschäftsbericht der **Kühltransit-Aktiengesellschaft in Hamburg und Leipzig** für das 8. Geschäftsjahr 1927 entnehmen wir:

Die Belegung der Kühlhäuser in Hamburg und Leipzig war, wie im Vorjahre, zufriedenstellend.

Der Kühlwagenpark war gut beschäftigt. Im November 1927 ist die Werkstätte unserer Tochtergesellschaft, der Kühltransit-Verkehrs-Aktiengesellschaft in Leipzig, durch Brand größtenteils zerstört worden. Hierbei wurden auch einige Wagen vernichtet. Der Schaden war durch Versicherungen gedeckt. Der Wiederaufbau der Werkstätte ist im Gange.

Das Kühlschiff ist veräußert worden.

Der Rohgewinn beträgt RM. 824 990.42. Wir schlagen vor, hiervon RM. 477 177.97 zu Abschreibungen zu verwenden, RM. 288 000.— (= 12% des Grundkapitals) als Gewinnanteil an die Gesellschafter auszuschütten und den Rest von RM. 59 812.45 auf neue Rechnung vorzutragen.

Rechnungs-Abschluß am 31. Dezember 1927.

Vermögen:

Kühlhauskonto	RM.	1 268 000.—
Kühlwagen	«	600 000.—
Gefrieranlage Cuxhaven	«	200 000.—
Vorräte	«	20 417.90
Kontoreinrichtung	«	1.—
Beteiligungen	«	180 427.11
Kasse und Bankguthaben	«	594 352.55
Aussenstände	«	437 144.33
	RM.	3 300 342.89

Verbindlichkeiten:

Aktienkapital	RM.	2 400 000.—
Gesetzliche Rücklage	«	395 200.59
Gläubiger und Rückstellungen	«	154 057.45
Unerhobene Gewinnanteile	«	3 272.40
Gewinn	«	347 812.45
	RM.	3 300 342.89

Gewinn- und Verlust-Rechnung am 31. Dez. 1927.

Soll

Handlungskosten	RM.	304 684.04
Steuern	«	214 464.59
Abschreibungen	«	477 177.97
Gewinn	«	347 812.45
	RM.	1 344 139.05

Haben

Vortrag aus 1926	RM.	61 096.35
Betriebsüberschüsse	«	1 230 744.33
Ertrag aus Beteiligungen und verschiedene Einnahmen	«	52 298.37
	RM.	1 344 139.05

Patentberichte.

Anmeldungen.

17 c, 3. E. 35738. Anna Eichhoff, geb. Demmer, Berlin-Wilmersdorf, Barstr. 29. Kühlapparat mit einem in einem Behälter enthaltenen Kühlgefäße mit Verdunstungsfläche. 27. 5. 27.

17 g, 2. S. 72417. Dr.-Ing. Arthur Seligmann, Düsseldorf, Elisabetsstr. 73. Verfahren zur Tiefkühlung, Verflüssigung und Trennung schwer kondensierbarer Gase. 29. 10. 24.

17 a, 8. P. 52386. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr. W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verfahren zur Leistungsregelung von durch Wärme betriebenen, mit Wasserabscheider ausgerüsteten Absorptionsapparaten. 2. 3. 26.

17 f, 11. H. 103760. Eugen Haber, Berlin-Charlottenburg, Droysenstr. 18. Mit Kreuzstrom arbeitender Luftvorwärmer. 2. 10. 25

17 g, 5. St. 41961. Gesellschaft für Industriegasverwertung m. b. H., Berlin-Britz, Gradestr. 39. Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung kompriemierter Gase aus flüssigen. 15. 12. 26.

17 a, 1. Z. 16426. Gabriel Zwicky, Winterthur, Schweiz; Vertr.: A. Elliot, Pat.-Anw. Berlin SW 48. Kompressionskältemaschine. 4. 3. 26.

17 a, 9. K. 97222. Diplom.-Ing. Oskar Kleindienst Berlin-Tegel, Treskowstr. 25. Verfahren zur Vermeidung der Erwärmung des Verdampfers bei periodisch arbeitenden Absorptions-Kältemaschinen. 22. 12. 25.

17 a, 8. S. 81013. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges., Berlin-Siemensstadt. Flüssigkeitsverschluß zwischen zwei Räumen verschiedenen Druckes. 19. 7. 27.

17 g, 5. St. 42463. Gesellschaft für Industriegasverwertung m. b. H., Berlin-Britz, Gradestr. 39. Verfahren zum Wiedervergasen verflüssigter Gase in Druckgefäßen mit dünnwandigem, die Flüssigkeit aufnehmenden Einsatz. 29. 3. 27.

17 a, 9. M. 91774. Mannesmannn Kälte-Industrie Akt.-Ges., Berlin W 50, Tauentzienstrasse 19 a. Kältemaschine, die nach dem Absorptionsprinzip arbeitet. 19. 10. 25.

17 a, 17. A. 50365. Atlas-Werke Akt.-Ges., Bremen. Kühleinrichtung mit mehrstufigem, ölgeschmierten Kompressor und Zwischenkühlung. 18. 3. 27.

17 a, 8. S. 75699. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges., Berlin-Siemensstadt. Absorptionsmaschine; Zus. z. Pat. 453847. 12. 8. 26.

Erteilungen.

17 a, 9. 461745. Elias Wirth-Frei, Aarau, Schweiz; Vertr. Dr.-Ing. I. Friedmann, Pat.-Anw., Berlin W 15. Ortsfeste Absorptionskältemaschine mit periodischem Betrieb. 27. 4. 23. W. 63712.

17 c, 4. 461942. Thomas Benton Slate, New York, V. St. A.; Vertr.: Dipl.-Ing. B. Kugelman, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Preß-Verschlussdeckel für Kohlensäureschnee-Behälter in Kühleinrichtungen. 29. 9. 25. S. 77663. V. St. Amerika 27. 9. 24.

17 g, 2. 461478. Dr.-Ing. Athur Seligmann, Düsseldorf, Elisabethstr. 73. Verfahren zur Trennung von Gasgemischen durch Verflüssigung. 27. 5. 22. S. 61724.

17 a, 3. 461314. Philipp Conrady, Oberursel a. T. Verfahren zur teilweisen Beseitigung der Kompressionswärme bei Kompressionskältemaschinen. 29. 9. 25. C. 37230.

17 a, 8. 461315. Vulkanhammer-Maschinenfabrik, Dr.-Ing. H. Geitmann, Berlin-Neukölln, Jahnstr. 32-35. Absorptionskühlanlage. 20. 7. 27. L. 69028.

17 a, 9. 461316. Friedrich Hansel, Berlin-Steglitz, Am Fenn 14. Kombinierte Raum und Flüssigkeitskühlung nach dem Absorptionsprinzip für periodischen Betrieb. 14. 2. 26. H. 105373.

17 f, 11. 461246. The Pfaudler Company, New York, V. St. A.; Vertr.: Dipl.-Ing. G. Benjamin und Dipl.-Ing. H. F. Wertheimer, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Wärmeaustauschvorrichtung. 6. 10. 26. P. 53765. V. St. Amerika 27. 1. 26.

17 a, 11. 462250. Andrew Albert Kucher, Chester, V. St. A.; Vertr.: Pat.-Anwälte E. Herse, Kassel-Wilhelmshöhe, und Dipl.-Ing. H. Hilleke, Berlin SW Verfahren zum Schmieren von Kompressionskältemaschinen. 27. 3. 23. K. 85329. V. St. Amerika 7. 4. 22.

17 d, 5. 462206. Dr.-Ing. Paul H. Müller, Hannover, Rumannstr. 29. Oberflächenkondensator mit obenliegender vom Kühlwasser zuerst durchflossener Rohrgruppe. 2. 12. 27. M. 102372.

17 c, 4. 462472. Charles Harold McLeay Rayson, St. Kilda, near Melbourne, Australien; Vertr.: Dipl.-Ing. G. Benjamin und Dipl.-Ing. H. F. Wertheimer, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Lufteinlaßventil für Kühlräume. 11. 7. 25. R. 64819. Australien 28. 7. 24.

17 a, 9. 462897. Stuart Otto, Scranton, Penns., V. St. A.; Vertr.: Dr. S. Hamburger Pat.-Anw., Berlin SW 61. Verdampfer für periodisch arbeitende Absorptions-Kühleinrichtungen. 20. 12. 25. O. 15386. V. St. Amerika 19. 12. 24.

Löschungen.

17 a, 437485, 318727, 392413.
17 g, 454367.

Gebrauchsmuster.

Eintragungen.

17 a. 1034315. Alfred Teves Maschinen- und Armaturen-Fabrik G. m. b. H., Frankfurt a. M., Fleschstr. 23—27. Ventilanordnung für Kompressoren. 11. 5. 28. T. 31314.

17 a. 1034316, Alfred Teves Maschinen- und Armaturen-Fabrik G. m. b. H., Frankfurt a. M. Fleschstr. 22—27. Kompressor für Kältemaschinen. 11. 5. 28. T. 31315.

17 a. 1032096. Gebrüder Unger Akt.-Ges., Chemnitz, Lerchenstr. 4. Luftgekühlter Kondensator für Kühlanlagen. 27. 4. 28. U. 8910.

17 b. 1032275. Citogel Gesellschaft für chemische und technische Erzeugnisse m. b. H., Hamburg Kornträgergang 38. Eis- und Kälteerzeuger. 3. 11. 27. C. 20011.

17 c. 1032186. Firma J. L. Knödgen, Ransbach, Westerw. Kühleinrichtung. 17. 9. 27. K. 115138.

17 f. 1034791. Bergedorfer Eisenwerk Akt.-Ges., Bergedorf. Seitenwange für Berieselungskühler. 28. 4. 28. B. 128529.

17 e. 1035111. Emil Seidel, Bergedorf. Berieselungskühler. 26. 3. 28. S. 69011.

17 e. 1035112. Emil Seidel, Bergedorf. Flächenkühler. 26. 3. 28. S. 69012.

17 c. 1035858. Waggon- und Maschinenbau Akt.-Ges. Görlitz, Görlitz. Eiszelle für Kühlschränke. 29. 5. 28. W. 81258.

17 c. 1035873. Henry Schachtel, Berlin-Schöneberg, Meraner Str. 9. Gefriersalztablette. 17. 10. 27. Sch. 94181.

17a. 1036033. Koch & Reitz, Hannover, Bödekerstraße 31. Absorptions-Eis- und Kühlmaschine mit Heißwassererzeugung. 30. 4. 28. K. 118544.

17a. 1036306. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW. 11. Absorptionskühlapparat. 9. 10. 26. P. 45494. Schweden 22. 5. 26.

17a. 1036309. Sylbe & Pondorf, Maschinenbaugesellschaft, Schmölln i. Th. Apparat zur Erzeugung von Speiseeis. 2. 7. 27. S. 65639.

17a. 1036470. Waggon- und Maschinenbau Akt.-Ges. Görlitz, Görlitz. Verdampfer mit Ueberhitzer für Kühlschränke. 29. 5. 28. W. 81290.

17a. 1036676. Maschinenbau-Anstalt Humboldt, Köln-Kalk. Achsenlagerung für Kapselmaschinen. 26. 5. 28. M. 99287.

17c. 1036631. Heinrich Jürgens, Düsseldorf, Platanenstr. 33, und Ludwig Reitz, Düsseldorf-Eller, Alt-Eller 27. Vorrats- und Kühlbehälter für Genußmittel des täglichen Bedarfs. 14. 3. 28. R. 73731.

17f. 1036021. Maschinenfabrik Carl Wießner Kom.-Ges. Görlitz, Zittauer Str. 51. Vorrichtung zum Befeuchten und Kühlen von Gas und Luft. 4. 8. 26. M. 90680.

17a. 1037575. Platen-Munters-Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Vorrichtung zur Kühlung von Absorptionskälteapparaten. 10. 11. 27. P. 47949.

17a. 1037737. Alfred Richter Berlin-Reinickendorf-Ost, Verl. Koloniestr. 12. Verdampfer einer Ammoniak-Absorptionskältemaschine mit selbsttätiger Entwässerung. 19. 12. 27. R. 72207.

17a. 1037738. Alfred Richter, Berlin-Reinickendorf-Ost, Verl. Koloniestrasse 12. Vorrichtung zum selbsttätigen Entwässern des Verdampfers von Ammoniak-Absorptionskältemaschinen. 19. 12. 27. R. 72208.

17a. 1037884. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Vorrichtung zum Kalthalten und Gefrieren von Speiseeis. 22. 1. 27. P. 49318.

17c. 1037883. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin, SW 11. Vorrichtung zum Kalthalten und Gefrieren von Speiseeis. 22. 1. 77. P. 46121.

17a. 1038429. Reiner Fischer, Köln, Maximinienstr. 10—20. Antrieb für Eismaschinen und sonstige Arbeitsmaschinen. 23. 6. 28. F. 57980.

17a. 1038767. Georg Müller, Magdeburg, Matthissonstr. 3. Vorrichtung zur selbsttätigen Betätigung einer Kühl- bezw. Eismaschinenanlage. 11. 5. 27. M. 94365.

17c. 1038951. Heinrich Kniese, Cuxhaven. Transportkühlwagen mit selbsttätiger Kühlung. 13. 3. 28. K. 117667

17c. 1039186. Wilhelm Dittrich, Rheydt. Vorrichtung zur Ueberleitung von temperierter Luft aus einem Raum in andere. 30. 5. 8. D. 52288.

17f. 1038189. Louis Bastin, Köln-Riehl, Sieboldstrasse 6. Kühlkörper für Behälter mit Umlaufkühlung 4. 6. 28. B. 129060.

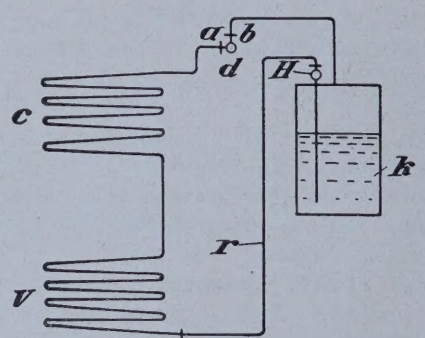
17a. 1039602. Gebrüder Bayer, Augsburg, Äuß. Uferstr. 65. Gegenstromkondensator, insbes. für Kältemaschinen. 30. 6. 28. B. 129518.

Auszüge aus den Patentschriften

17a, 9. 454099. Kleinkälteabsorptionsapparat Dr.-Ing. Edmund Rumpler in Berlin. Patentiert vom 24. Februar 1924 ab.

Gemäß der Erfindung ist die besondere, vom tiefsten Punkt des Verdampfers ausgehende Rohrleitung an beliebiger Stelle durch ein von Zeit zu Zeit zu bestätigendes Absperrorgan absperrbar gemacht und unabhängig von der als Saug- und als Druckleitung für das Kältemittel dienenden Leitung bis annähernd zum tiefsten Punkt des Kochers geführt, so daß ihre Mündung stets in der Kocherflüssigkeit liegt.

Diese Anordnung ermöglicht stets ein Zurücksaugen des Wassers aus dem Verdampfer, selbst wenn zuviel Wasser übergetreten ist. Sie gestattet ferner, den Kocher in jeder Höhenlage in bezug auf den Verdampfer aufzustellen, weil die Erfindung durch den Unterdruck im Kocher wirkt. Schließlich gestattet sie die Verwendung jeder Art von Kälte- und Lösungsmittel.



17a, 8. 454564. Ausschliesslich durch Wärme betiebene, kontinuierlich wirkende Kältemaschine. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H. in Berlin- Siemensstadt. (Von dem Patentsucher ist als der Erfinder angegeben worden: Edmund Altenkirch in Alt-Landsberg-Süd.) Patentiert vom 7. März 1923 ab.

Patentansprüche:

1. Ausschließlich durch Wärme betriebene, kontinuierlich wirkende Kältemaschine dadurch gekennzeichnet, daß alle Teile der Maschine einen einzigen Körper aus demselben Material bilden.

2. Kältemaschine nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Verwendung von nicht metallischem Material.

3. Kältemaschine nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch die Verwendung von durchsichtigem Material.

4. Kältemaschine nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch die Verwendung von Glas.

5. Kältemaschine nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch die Verwendung von Quarz.

6. Kältemaschine nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch die Verwendung von Cellon.

7. Kältemaschine nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch die Verwendung von Steingut oder Porzellan.

17a, 1. 454891. Kompressionskältemaschine. Dr. Albert Klein in Stuttgart. Patentiert vom 20. September 1921 ab. (Die Priorität der Anmeldung in den Vereinigten Staaten von Amerika vom 5. April 1921 ist in Anspruch genommen.

Die Erfindung betrifft eine Kompressionskältemaschine, bei der das aus dem Kondensator kommende verflüssigte Kältemittel im Verdampfer bei einem unterhalb des Athmosphärendruckes liegenden Druck verdampft.

Gemäß der Erfindung wird an Stelle der sonst durch den oder die Nutzkühler geführten besonderen Flüssigkeit (Salzlösung o. dgl.) ein Teil des im Verdampfer befindlichen flüssigen Kältemittels durch eine Pumpe in den Nutzkühler gedrückt, wo es unter höherem als Atmosphärendruck steht und somit flüssig bleibt, während es durch Abführung der Nutzkälte bis nahe an seinen diesem Druck entsprechenden Siedepunkt erwärmt wird. Sodann gelangt dieser Teil der Kälteflüssigkeit in den Verdampfer, wird dort entspannt und mindestens teilweise verdampft. Der verdampfte Teil strömt zum Verdichter, während der flüssig bleibende Teil sich mit dem im Verdampfer befindlichen flüssigen Kältemittel vermischt.

Patentanspruch:

Kältemaschine, dadurch gekennzeichnet, daß das die Pumpe und das Zerstäuberrad umgebende Verdampfergehäuse in einem mit Sperrflüssigkeit gefüllten Behälter eingetaucht ist, wobei die Durchtrittsstelle der senkrechten Pumpenwelle durch das Verdampfergehäuse von einer Ringwand umgeben ist, welche den Flüssigkeitsspiegel der Sperrflüssigkeit überragt.

Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender:
Geh.-Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. **H. Lorenz**
Technische Hochschule Danzig

Schriftführer:
A. Kaufmann, Oberingenieur
Berlin W 35, Blumeshof 14/I

Schatzmeister: **E. Brandt**, Direktor
Berlin-Hermsdorf, Waldseestraße 5
Postscheck-Konto Berlin Nr. 148122

Bericht[1])
der Arbeitsabteilung II.

Im abgelaufenen Vereinsjahre sind in etwas geringerem Maße als in den Vorjahren Anfragen zwecks Uebernahme von Gutachten in Streitfällen zwischen Lieferanten von Kälte-Anlagen und deren Abnehmern eingelaufen. Die Erledigung geschah wie sonst in der Weise, daß jeweils eine Reihe von Sachverständigen den anfragenden Stellen genannt und zur Wahl freigestellt wurden.

Bereits im Anschluß an die Tagung in Karlsruhe im Vorjahre beschäftigte sich die Arbeitsabteilung II mit der Frage von Druckproben und Dichtigkeitsprüfungen an Behältern und konnte hierbei, wie überhaupt auf dem Gesamtgebiete der Unfallverhütungen, die bereits in den Verbänden, insbesondere im Verband für Kältemaschinen, geleisteten Arbeiten verwerten.

Im Herbst vergangenen Jahres stattgefundene Verhandlungen führten zu einer gemeinsamen Sitzung mit dem Arbeitsausschuß des Verbandes für Kältemaschinen am 29. November in Berlin, bei welcher außer über den vorerwähnten Gegenstand auch über den Entwurf von normalen Unfallverhütungsvorschriften für Kompressoren und Absorptions-Kältemaschinen beraten wurde.

Die Absicht der Heranziehung der von der Reichsarbeitsverwaltung herausgegebenen Grundsätze auf Kältemaschinen wurde dabei abgelehnt mit der Begründung, daß die Kältemaschinen-Industrie seit langem selbst an derartigen Vorschriften mitarbeitet und selbst Richtlinien für den Bau, die Ausrüstungen und den Betrieb dieser Maschinen herausgegeben hat. Die Ablehnung war umsomehr begründet, als auf Einspruch der Industrie die Kältemaschinen von anderen z. Zt. bestehenden Gesetzen, wie z. B. der Dampffaßverordnung ausdrücklich durch die Zentral-Behörden ausgenommen wurden. Dementsprechend wurden auch die in der Sitzung anwesenden Mitglieder vom V. D. M. A. gebeten, an den betreffenden Stellen eines Gegenentwurfes des genannten Vereins die Kältemaschinen schlechthin auszunehmen. In der Sitzung wurde ferner beraten: Normale Unfallverhütungsvorschriften für Kälte-Anlagen und Kälte-Kompressoren auf Grundlage des vom Arbeitsausschusse vorbereiteten Entwurfes, der von der Zentralstelle für Unfallverhütungen in den Entwurf für normale Unfallverhütungsvorschriften an Kompressoren und Kältemaschinen hineingearbeitet wurde. Die dabei gefaßten Beschlüsse sind zur Veröffentlichung in der Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie in absehbarer Zeit in Aussicht genommen. Bekanntgabe im einzelnen im Rahmen dieses Berichtes würde hier zu weit führen. Strittig war damals noch die Berechnung der Wandstärke von Kochern von Absorptionsmaschinen, eine Frage, die durch die Vorgänge der letzten Wochen und Monate nunmehr allerdings recht akut geworden ist.

Ein Kapitel für sich, und zwar ein verhältnismäßig sehr umfangreiches, ist die im Frühjahr dieses Jahres in Berlin in der Landsberger Allee eingetretene Gasexplosionskatastrophe, deren Ursachen bekanntlich in der Presse anfänglich dem Ammoniak zugeschoben wurden. Es war unverkennbar, daß interessierte Kreise in dieser Richtung mit allen Mitteln gegen das Ammoniak zu arbeiten suchten. Ich habe damals sofort nach Bekanntwerden des Unglücks nach telephonischer Rücksprache mit Herrn Gewerberat Zäuner und dem Schriftführer, Herrn Oberingenieur Kaufmann, und schließlich unter Zustimmung des Vorstandes eine Richtigstellung an die Presse und die Fachzeitschriften hinausgegeben. Der Vorgang war nach zweierlei Richtung insofern nicht uninteressant, als ein großer Teil der Presse, insbesondere die Sensationspresse, sich nicht scheute, ungeprüfte Behauptungen in die Oeffentlichkeit zu werfen und dieser absolut abwegige Vorstellungen einzuhämmern. Diese Presse lehnte es gleichzeitig mehr oder weniger ab oder sah es sehr ungern, Berichtigungen von fachkundigen Stellen aufzunehmen. Daß dabei einige Wissenschaftler in ihren Veröffentlichungen etwas vorschnell vorgegangen sind, sei nur nebenbei bemerkt. Der Wortlaut der Erklärung der Arbeitsabteilung II ist seinerzeit in der Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie erschienen

[1]) Zum Bericht über die Hauptversammlung in Danzig im Juliheft.

und enthält in gedrängter Kürze alles, was von unserer Seite aus zu dem Vorgang vorgebracht werden kann. Es ist m. E. dazu kein Wort wegzunehmen oder zuzusetzen. Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß einige Zeitungen von der Richtigkeit überhaupt keine Notiz nahmen, ein Blatt die Aufnahme der Erklärung ablehnte, andere wiederum die Notiz erst dann brachten, nachdem die falschen Behauptungen nicht mehr aufrecht zu erhalten waren.

Von der ursprünglichen Absicht, den Gegenstand mit auf die Tagesordnung der Arbeitsabteilung II zu nehmen, wurde nach Aussprache mit dem Vorstand abgesehen. Man kann natürlich darüber, ob es auf Grund der in der Presse in den letzten Wochen bekannt gewordenen Unfälle an Absorptions-Anlagen in Berlin und Stuttgart zweckmäßig ist, von Seiten des Kälte-Vereins noch einmal an die Oeffentlichkeit heranzutreten, geteilter Meinung sein. M. E. könnte eine kurze Notiz, die den Vorgängen sachlich gerecht wird, nicht schaden, umso weniger, als es erwiesen ist, daß von Interessenten geschäftlicher Art die falschen Darstellungen in der Presse genährt und für ihre Zwecke zum Schaden weiter Kreise verbreitet und ausgeschlachtet werden. Es läßt sich auch nicht bestreiten, daß mit Alarmnotizen, die durch solche Vorgänge ausgelöst werden, die Oeffentlichkeit sowohl als auch weitere Kreise von Kühlanlagen-Besitzern beunruhigt werden.

In Verbindung mit den bisherigen Arbeiten wird sich in nächster Zeit die Abteilung mit der Frage der Sicherheitsventile an Kälte-Kompressoren beschäftigen, womit der Anfang bereits gemacht wurde.

Ich möchte diesen kurzen Bericht nicht schließen, ohne auch an dieser Stelle Herrn Gewerberat Zäuner für seine überaus fleißige und geschickte Arbeit als Obmann des Arbeitsausschusses für Unfallverhütungen den besonderen Dank der Arbeitsabteilung II auszusprechen. Herr Gewerberat Zäuner, der in unserm Kreise anwesend und meines Wissens auch mit dem nötigen Material versehen ist, wird gern bereit sein, der Versammlung, sofern es gewünscht wird, über einzelne Punkte dieses wenig erfreulichen Kapitels näheren Aufschluß zu geben. Hippenmeyer.

Der Verein ist in den Kommissionen des **Internationalen Kälte-Instituts zu Paris** durch die nachstehend aufgeführten Herren vertreten:

1. Kommission. Physik, Chemie, Thermometrie: Ober-Reg.-Rat Dr. Walther Meißner-Charlottenburg (Mitglied).
2. Kommission. Einheiten: Prof. Dr. Henning-Charlottenburg (Vizepräsident).
3. Kommission. Biologie, Hygiene: Dr. Kallert-Hamburg (Mitglied).
4. Kommission. Kälteerzeugung und -maschinen: Direktor Pabst-Köln (Vizepräsident), Ober-Ing. Pfeiffer-Tegel (Mitglied), Prof. Dr. Plank-Karlsruhe (Mitglied).
5. Kommission. Isoliermaterial: Professor Dr. Schmidt-Danzig (Mitglied), Dr.-Ing. Hencky-Leverkusen (Mitglied), Dr.-Ing. Cammerer (Mitglied), Dr.-Ing. Jürges-Ludwigshafen (Mitgl.)
6. Kommission. Kühlanlagen und Versuchsmethoden: Prof. Dr. Merkel-Dresden (Mitgl.), Ing. Altenkirch-Altlandsberg (Mitglied), Prof. Dr.-Ing. Plank-Karlsruhe (Mitglied).
7. Kommission. Schnellverderbliche Nahrungsmittel: Direktor Lucas-Dresden (Mitgl.), Prof. Dr. Plank-Karlsruhe (Mitglied).
8. Kommission. Landwirtschaftliche Industrieen: —
9. Kommission. Eiserzeugung: Fabrikbesitzer W. Rohrbeck-Berlin (Vizepräsident).
10. Kommission. Chemische Industrie: —
11. Kommission. Tiefste Temperaturen: —
12. Kommission. Landtransporte: —
13. Kommission. Wassertransporte: —
14. Kommission. Gesetzgebung usw.: Gew.-Rat Dipl.-Ing. E. Zäuner-Berlin (Mitglied).
15. Kommission. Unterricht usw.: Dr.-Ing. M. Krause-Berlin (Vizepräsident).
16. Kommission. Wirtschaft und Statistik: —

Berlin, Anfang August 1928.

Der Vorstand.
I. A.: Kaufmann, Schriftführer.

Brennstofftagung in London vom 24. September bis 6. Oktober 1928.

Nach dem bisherigen Programm wird die Eröffnung am Montag, 24. September, 3 Uhr nachmittags in der Großen Halle des Imperial Institute stattfinden, und im gleichen Institut werden an den folgenden Tagen die Abteilungssitzungen abgehalten. Am Freitag, 5. Oktober erstatten die Vorsitzenden und Obmänner ihre Berichte, womit die Tagung ihren Abschluß findet. Sonnabend, 6. Oktober, gegebenenfalls offizielle Besuche.

Für die insgesamt 22 Abteilungen (Sektionen) sind schon über 160 Vorträge aus allen Teilen der Welt angemeldet, darunter 16 Vorträge aus Deutschland, nämlich von den Herren:

Dr. Bansen: Erzeugung und Verwertung von Gas in deutschen Eisen- und Stahlwerken.

Dr. W. Bertelsmann und Dr. F. Schuster: Die Eigenschaften von Gasen in Bezug auf ihre Verbrennung.

Prof. Dr. Bunte: Neue Methoden der Brennstoffanalyse.

Elvers: Heizwert gasförmiger und flüssiger Brennstoffe.

Dr.-Ing. Förderreuther: Staubkohlenforschung.

E. Harprecht: Brennstoffökonomie bei der Deutschen Reichsbahn.

Dr. R. Heinze: Derzeitiger Stand der Tieftemp. Carbonisation in Deutschland.

Prof. Gustav Keppeler: Braunkohle- und Torfbehandlung.

Dr. Ludwig: Betrachtungen über die Entwickelung von gasbrennenden Apparaten.

Dipl. Ing. F. zur Nedden: Brennstoff- und Wärmeökonomie in der deutschen Industrie.

W. Ostwald: Eigenschaften der flüssigen Brennstoffe für Automobile und Luftfahrzeuge.

E. Rackwitz und A. v. Philippovich: Bewertung von Brennstoffen der Luftschiffahrt.

Dr.-Ing. W. Riehm: Schnellaufende Schweröl-Automob. Maschinen.

Dr.-Ing. P. Rosin: Tieftemp. Carbonisation und Elektrizitätserregung.

K. Rummel: Wärmeübergang durch die Wände der Koksöfen.

Dipl. Ing. Tränckner: Gasfernleitungen.

Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1893 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

Schriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W.
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

9. Heft **Berlin W. 9, im September 1928** **35. Jahrgang**

Inhalt:

Abhandlungen, Vorträge, Berichte. Technik und Oekonomie des Edeleanu-Verfahrens zur Raffination von Mineralölen. Von G. Cattaneo, Hilversum (Holland). S. 173. — Zeichnerisches Verfahren zum Auffinden des günstigsten Kondensatordruckes in Kohlensäure-Kältemaschinen. Dr.-Ing. Haruhisa Inokuty, Mitsubishi Laboratorium, Tokio. S. 180. — Der Eigentumsvorbehalt an Klein-Kältemaschinen. Von Syndikus Dr. jur. Oscar Schwartz, Berlin. S. 182. — Eigentumsvorbehalt an Kältemaschinen. Von Gewerberat a. D. Dipl.-Ing Egon Zäuner. S. 184.

Zeitschriftenbericht. S. 186. — **Bücherbericht.** S. 188.

Patentberichte. S. 190.

Deutscher Kälte-Verein. S. 192. —

Technik und Oekonomie des Edeleanu-Verfahrens zur Raffination von Mineralölen[1]).

Von G. Cattaneo-Hilversum (Holland).

Unter der Raffination von Mineralölen versteht man im allgemeinen die Reinigung der Oele durch die chemische Wirkung von Säuren oder Laugen. Diese früher ausschließlich angewandte chemische Raffination soll nachstehend kurz erläutert werden, um zu zeigen, welche Nachteile mit ihr verbunden sind, und worin der große Fortschritt besteht, den uns das von Dr. Edeleanu erfundene neue Raffinationsverfahren gebracht hat.

Es sei daran erinnert, daß das rohe, durch Bohrlöcher aus unterirdischen Lagern gewonnene Erdöl ein Gemisch von zahlreichen Kohlenwasserstoff-Verbindungen ist. Die Zusammensetzung dieses Gemisches ist von Fundort zu Fundort verschieden und kann sich auch an derselben Stelle im Laufe der Zeit ändern.

Bekanntlich wird das rohe Erdöl in den Petroleum-Raffinerien durch eine fraktionierte Destillation in niedriger und höher siedende Bestandteile, sog. Fraktionen, zerlegt, von welchen die niedrigst siedenden als Benzine (Leichtbenzin, Schwerbenzin), die etwa zwischen 150° und 300° C siedende Fraktion als Kerosen (Leuchtöldestillat) und die höchstsiedenden Fraktionen je nach dem Verwendungszweck als Schmieröl, Gasöl oder Heizöl bezeichnet werden.

Die so gewonnenen Destillate sind in der Regel noch nicht für den Gebrauch geeignet, sondern enthalten noch Stoffe, denen unerwünschte Eigenschaften anhaften. Solche störenden Bestandteile aus den Destillaten zu entfernen, ist der Zweck der Raffination. Bei der chemischen Raffination wird das Destillat mit Schwefelsäure (H_2SO_4) behandelt. Von der Schwefelsäure werden die Hauptbestandteile der Mineralöldestillate, nämlich die Paraffin- und Naphten-Kohlenwasserstoffe, fast gar nicht angegriffen, wohl aber die ungesättigten Verbindungen und asphaltartigen Stoffe, deren Entfernung beabsichtigt ist. Die Mischung des zu raffinierenden Destillates mit der Schwefelsäure wird in sogenannten Agitatoren vorgenommen, wobei die beiden Flüssigkeiten mechanisch oder durch komprimierte Luft durchgerührt werden. In den Agitatoren setzt sich der aus der Verbindung der Säure mit den auszuscheidenden Bestandteilen des Oeles gebildete Säureteer ab, ein Nebenprodukt, dessen weitere Behandlung und Verwertung mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden ist.

Das mit Schwefelsäure raffinierte Destillat, das als Raffinat bezeichnet wird, bedarf einer Nachbehandlung mit Lauge, damit die noch zurückgebliebenen sauren Verbindungen in Salze übergeführt und durch Auswaschen entfernt werden.

Bei der chemischen Raffination gehen also die ausgeschiedenen Bestandteile des Destillates und die dafür verwendete Schwefelsäure in Gestalt eines lästigen Abfallproduktes verloren.

Es ist das große Verdienst von Dr. L. Edeleanu, ein Raffinationsverfahren erfunden zu haben, bei dem die zerstörende chemische Behandlung der Mineralöl-Destillate durch eine verlustfreie physikalische Extraktion ersetzt wird. Die Veranlassung, in dieser Versammlung über das Edeleanu-Verfahren zu sprechen, bildet die Rolle, welche bei diesem Verfahren der Kältetechnik zufällt, und die interessante Tatsache, daß eine seit Jahrzehnten als Kältemittel bekannte Flüssigkeit als Raffinationsmittel Verwendung findet.

Dr. Edeleanu untersuchte das Verhalten der im Erdöl und den daraus gewonnenen Destillaten enthaltenen Kohlenwasserstoff-Verbindungen gegenüber verschiedenen Lösungsmitteln und fand in dem Schwefeldioxyd SO_2, also der wasserfreien schwefligen Säure, eine Flüssigkeit, welche die in den Petroleum-Fraktionen enthaltenen aromatischen und ungesättigten Verbindungen in sich löst, während die Paraffin- und Naphten-Kohlenwasserstoffe darin nur schwer löslich sind. Edeleanu fand ferner, daß er die Lösung der Paraffin- und Naphten-Kohlenwasserstoffe in der schwefligen Säure ganz vermeiden, also erreichen konnte, daß nur die Aromaten und ungesättigten Kohlenwasserstoffe in Lösung gingen, wenn er die Temperatur hinreichend erniedrigte.

Edeleanu ging bei seinen Untersuchungen von rumänischem Kerosen-Destillat aus, das einen Aromatengehalt bis zu 25 % besitzt und infolgedessen beim Brennen in der Lampe eine starke Rußbildung aufweist. Die Entfernung der aromatischen Verbin-

[1]) Vorgetragen in der Hauptversammlung des Deutschen Kältevereins 1928.

dungen durch chemische Raffination gelang bei diesem Destillat nur, wenn man mit rauchender Schwefelsäure arbeitete und dabei einen großen Teil des Destillates verlor. Edeleanu erzielte dagegen bei der Behandlung mit flüssiger SO_2 eine verlustfreie Extraktion der aromatischen Verbindungen, wenn er die Temperatur, bei der er das Destillat mit SO_2 mischte, bis auf etwa -10^0 C erniedrigte. Nach dem Mischen bildeten sich infolge der verschiedenen spezifischen Gewichte 2 Flüssigkeitsschichten, von denen die obere aus dem mit SO_2 gesättigten Raffinat (spez. Gewicht zwischen 0,9 und 1,0) und die untere aus der Lösung von Extrakt in SO_2 (spez. Gewicht 1,3 bis 1,4) bestand. Da sich zwischen dem Raffinat und der Extrakt-Lösung eine sichtbare Trennungsfläche einstellte, war es ein Leichtes, die beiden Flüssigkeiten getrennt abzuziehen.

Es war nun nur noch erforderlich, die schweflige Säure aus den beiden Flüssigkeiten abzudampfen, um das Raffinat und das Extrakt als Fertigprodukte zu erhalten. Dabei zeigte es sich wiederum, welch glücklichen Griff Dr. Edeleanu mit der Wahl der SO_2 als Lösungsmittel getan hatte. Infolge des niedrigen Siedepunktes der SO_2 (-10^0 unter atmosphärischem Druck) kann man die SO_2 bis auf geringe Spuren austreiben, ohne daß dabei eine nennenswerte Verdampfung von Kohlenwasserstoffen stattfindet. Führt man den Prozeß in einer geschlossenen Apparatur durch, so kann man die verdampfte SO_2 kondensieren und fast restlos wiedergewinnen.

Edeleanu erhielt z. B. aus einem rumänischen Kerosen-Destillat (Bustenari) vom spez. Gewicht 0,819 rund 75 % Raffinat vom spez. Gewicht 0,803 und 25 % Extrakt vom spez. Gewicht 0,865. Es sind die schwereren kohlenstoffreicheren Verbindungen ins Extrakt gewandert, sodaß das Raffinat spezifisch leichter wurde. Daß die zur Rußbildung neigenden Kohlenwasserstoffe im Extrakt enthalten sind, zeigt der auf Abbildung 1 ersichtliche Brennversuch mit 3 gleichgebauten Lampen, von denen die erste mit dem ungereinigten Destillat, die zweite mit dem Raffinat und die dritte mit dem durch SO_2-Behandlung erhaltenen Extrakt gefüllt ist.

Auf dieser von Dr. Edeleanu geschaffenen Grundlage wurde das neue Verfahren im Jahre 1908 von der Allgemeinen Gesellschaft für chemische Industrie m. b. H. in Berlin aufgenommen und in Zusammenarbeit mit der Firma A. Borsig in Berlin-Tegel für die industrielle Verwendung ausgestaltet. Nach dem Kriege beteiligte sich die holländische Akt.-Ges. N. V. Comprimo in Amsterdam an der weiteren Entwicklung des Verfahrens und der Apparatur.

Bei dem Bau der ersten Anlagen wurde die im Laboratorium erprobte Arbeitsweise grundsätzlich beibehalten. Man verwendete eine Apparatur, die im wesentlichen aus 5 Körpern bestand, einem Destillatkühler, einem SO_2-Kühler, einem Mischer, einem Raffinat-Verdampfer und einem Extrakt-Verdampfer, wie auf dem Schema Abbildung 2 dar-

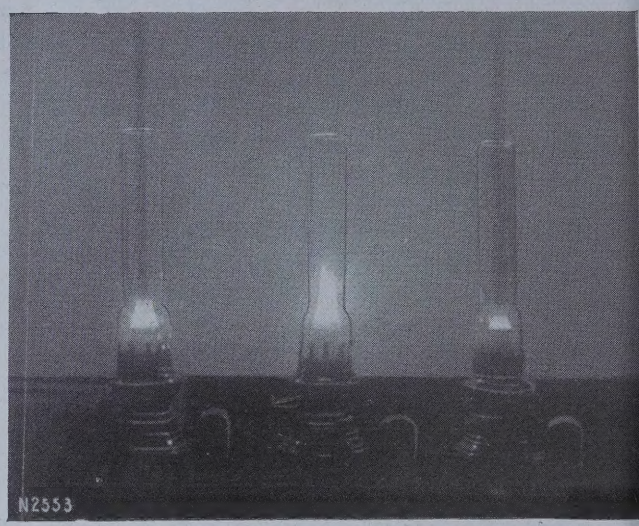


Abb. 1.

gestellt. Man füllte die beiden Kühler mit Destillat bezw. flüssiger SO_2, kühlte beide Flüssigkeiten mittels Rohrschlangen, die an eine Kältemaschine angeschlossen waren, bis auf die Behandlungstemperatur (-10^0 C) ab, ließ die gekühlten Flüssigkeiten in den Mischer ein, rührte sie durch, ließ die Mischung sich absetzen und zog dann Extrakt und Raffinat nacheinander in die Verdampfer ab. Aus den Verdampfern trieb man die SO_2 durch Erwärmung mittels Heizschlangen unmittelbar in einen SO_2-Kondensator und entfernte die letzten Reste durch Absaugen mit Hilfe eines Kompressors, der die abgesaugten Dämpfe in den Kondensator drückte.

Bereits bei der ersten Anlage wurden Gegenstrom-Kälteaustauscher eingeschaltet, in denen die abzukühlenden Flüssigkeiten sich mit den aufzu-

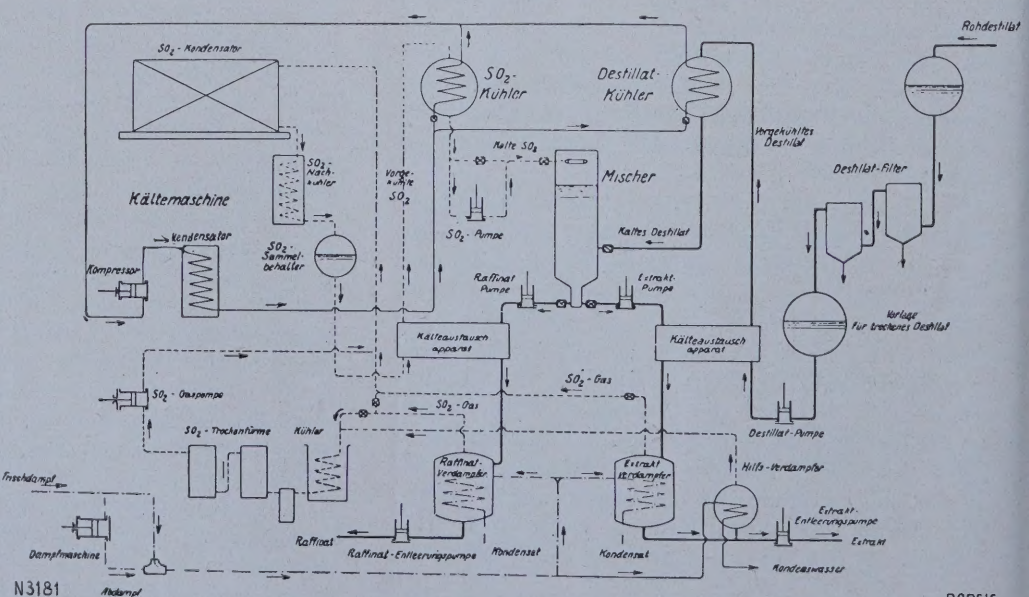


Abb. 2.

wärmenden begegneten. Dadurch wurde Kälte zurückgewonnen und die Kältemaschine entlastet.

Diese ersten Anlagen arbeiteten diskontinuierlich. Die 5 Körper wurden in jeder Operation gefüllt und entleert, die Pumpen an- und abgestellt und eine größere Anzahl Ventile periodisch geöffnet und geschlossen. Auch die Kälteaustauscher arbeiteten mit Unterbrechungen und waren daher schlecht ausgenutzt.

Trotz dieser ungünstigen Betriebsweise war die Betriebssicherheit der Apparatur von Anfang an sehr befriedigend. Da die ausführende Firma über langjährige Erfahrungen im Bau und Betrieb von Schwefligsäure-Kältemaschinen verfügte, als sie den Bau von Edeleanu-Anlagen aufnahm, so war eine sichere Grundlage für die zweckmäßige Konstruktion der Apparatur vorhanden. Aus naheliegenden Gründen wurde auch als kälteerzeugendes Mittel SO_2 verwendet.

so wurde die im Abdampf vorhandene Wärme nur unvollkommen ausgenutzt. Es mußte zeitweilig Frischdampf zugesetzt werden. Wir brauchten damals für die Raffination einer Tonne (1000 kg) Kerosendestillat mit 75 Volum% SO_2 (etwa 130 Gewichts% SO_2) rund 600 kg Dampf.

Trotz der unvollkommenen Ausnutzung der Apparatur und des hohen Dampfverbrauches erwiesen sich die vor dem Krieg gebauten Edeleanu-Anlagen als rentabel, wenn es sich um die Behandlung von Destillaten mit hohem Aromatengehalt handelte, deren chemische Raffination noch höhere Kosten verursacht haben würde. Es war aber klar, daß die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens ganz bedeutend verbessert werden konnte, wenn es gelang, die Anlagen kontinuierlich zu betreiben.

Als Vorteile der kontinuierlichen Apparatur waren zu erwarten: ein höherer Durchsatz bei gegebener Größe der Apparate, Ersparnis an Dampf, weniger

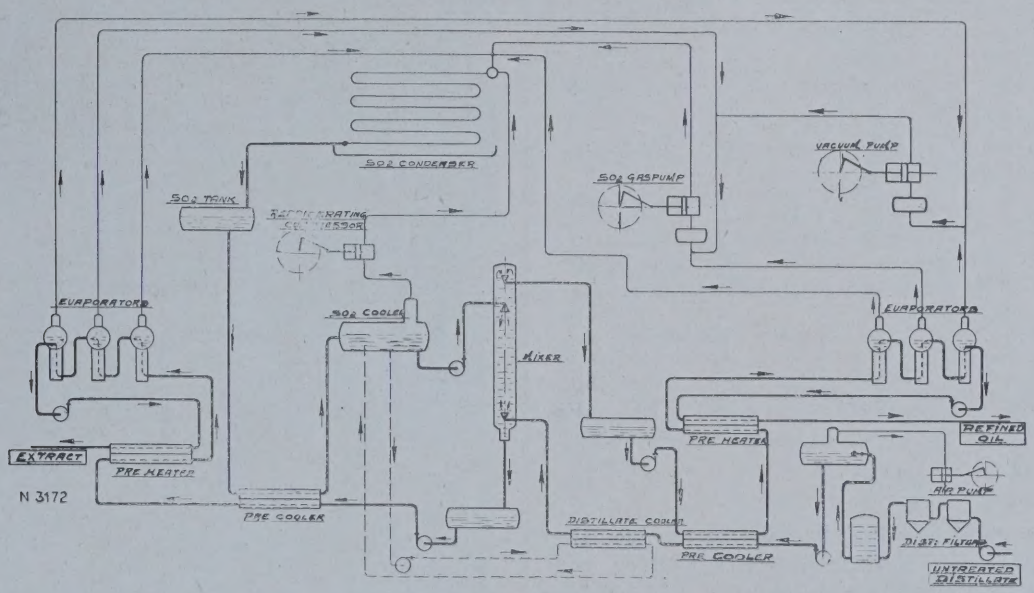


Abb. 3.

Wie das Schema Abbildung 2 zeigt, erhielt die Kälteerzeugung bei den ersten Anlagen einen von der übrigen Anlage unabhängigen Kreislauf, um jede Verunreinigung des Kältemittels durch das zu behandelnde Destillat oder durch die dem Destillat anhaftende Feuchtigkeit auszuschließen. Als man infolge vervollkommneten Baus der Apparatur keine Verschmutzung mehr zu befürchten hatte, vereinigte man die bei der Kälteerzeugung verdampfte SO_2 mit der aus dem Raffinat und Extrakt ausgetriebenen und kühlte die flüssige SO_2 im SO_2-Kühler nicht mehr durch ein Rohrsystem ab, sondern durch unmittelbares Absaugen von SO_2-Dämpfen über dem Flüssigkeitsspiegel. Daß damit eine erhebliche Ersparnis an Anlage- und Betriebskosten erzielt wurde, bedarf keiner weiteren Erläuterung.

Wie das Schema Abb. 2 zeigt, wurden die SO_2-Kompressoren und die Flüssigkeitspumpen durch eine Dampfmaschine angetrieben, deren Abdampf zur Beheizung der Verdampfer diente. Da die Belastung der Dampfmaschine infolge des An- und Abstellens von Kompressoren und Pumpen während jeder Operation wechselte und die Perioden höchster Belastung der Maschine nicht mit denjenigen des größten Heizdampfbedarfes der Verdampfer zusammenfielen, Reparaturkosten, da der periodische Druck- und Temperaturwechsel mit der nachteiligen Beanspruchung der Apparate wegfiel, und eine erhebliche Vereinfachung und Verbilligung der Bedienung.

Abb. 3 zeigt das Schema einer kontinuierlich arbeitenden Edeleanu-Anlage für die Raffination von Kerosen und anderen leichten Destillaten. Die Verdampfer sind in 3 Druckstufen unterteilt. In der ersten Stufe wird die schweflige Säure aus dem Raffinat und Extrakt unmittelbar in den Kondensator ausgetrieben. In der zweiten Stufe wird die SO_2 mit Hilfe eines Kompressors abgesaugt und nach erfolgter Kompression gleichfalls in den Kondensator gefördert. Die letzte Stufe arbeitet unter Vakuum. Eine Vakuumpumpe saugt die letzten Reste von SO_2 ab und komprimiert sie auf den Druck der zweiten Stufe, wonach sie mit den in der zweiten Stufe gebildeten Dämpfen von dem Kompressor angesaugt und auf Verflüssigerdruck verdichtet werden. Durch die Anwendung zweistufiger Kompression wird Kompressorvolumen und Arbeit gespart, zugleich wird die Einhaltung eines guten Vacuums erleichtert.

Als weitere Neuerung kamen neben den Kälteaustauschern Wärme-Austauscher zur Anwendung, in denen die vom Mischer kommenden Lösungen in

Gegenstrom mit den aus den letzten Verdampfern abgepumpten Produkten aufgewärmt werden.

Bereits die erste im Jahre 1924 gelieferte kontinuierliche Anlage hat alle Erwartungen erfüllt, obgleich der Mischer damals noch absatzweise betrieben wurde und nur die Kühlung, Verdampfung und Verflüssigung kontinuierlich arbeitete. Der Abdampf der Maschine, mit der die Kompressoren und Vacuumpumpen betrieben wurden, reichte für die Beheizung der Verdampfer gerade aus. Für die Behandlung einer Tonne Destillat mit 75 Vol. $^0/_0$ SO_2 waren nur noch 350 kg Dampf erforderlich, gegenüber 600 kg bei diskontinuierlicher Verdampfung.

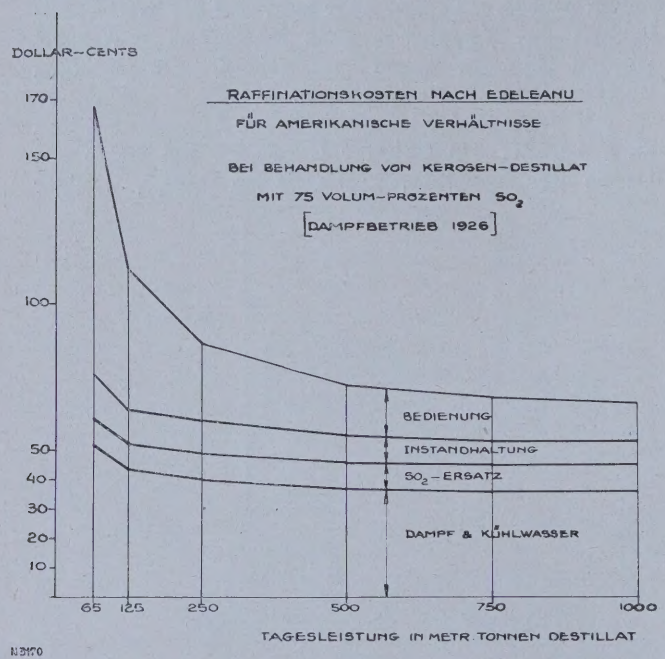


Abb. 4.

Als Flüssigkeitspumpen kamen zu erstenmale elektrisch betriebene Kreiselpumpen mit einer besonderen Stoffbüchsenkonstruktion für SO_2-haltige Flüssigkeit zur Verwendung. Der Arbeitsbedarf der Pumpen betrug etwa 5 Kilowattstunden pro Tonne Destillat.

Nachdem es gelungen war, einen kontinuierlichen Mischer zu konstruieren, in dem Kerosen und andere leichte Destillate ebenso gut raffiniert werden konnten wie früher bei der absatzweisen Behandlung, wurden alle weiteren Anlagen für vollkontinuierlichen Betrieb gebaut.

Abbildung 4 zeigt in einem Schaubild, wie sich Betriebskosten der kontinuierlichen Anlagen bei verschiedenen Tagesleistungen stellen. Die Kosten sind für amerikanische Verhältnisse in Dollar-Cents für die Tonne berechnet. Die Höhe der Arbeitslöhne führt dazu, möglichst große Anlagen zu verwenden, da sich bei diesen die Bedienungskosten, auf die Tonne Destillat berechnet, niedriger stellen als bei kleinen Anlagen. Die dem Schaubild zu Grunde liegenden Verbrauchszahlen werden von der Lieferantin garantiert und in einem mehrwöchigen Probebetrieb nachgewiesen. Bei allen zur Ausführung gekommenen Anlagen wurden die Garantien reichlich erfüllt, ja es zeigte sich sogar, daß der Verbrauch an Dampf, elektrischer Energie, Wasser und schwefliger Säure in Wirklichkeit noch geringer als gerantiert war. Infolgedessen können die in dem Schaubild gezeigten Betriebskosten als Höchstwerte gelten, die im normalen Betrieb noch unterschritten werden.

Der kontinuierliche Betrieb in Verbindung mit der Rückgewinnung von Wärme und Kälte und der Verwertung der Abwärme der Antriebsmaschine erfüllte die Forderung nach guter Energie- und Wärmewirtschaft unter der Voraussetzung, daß die Anlage durch eine Dampfmaschine angetrieben wurde. Es trat aber in den amerikanischen Raffinerien mehr und mehr das Verlangen nach elektrischem Antrieb in den Vordergrund. Teils entsprang dieses Ver-

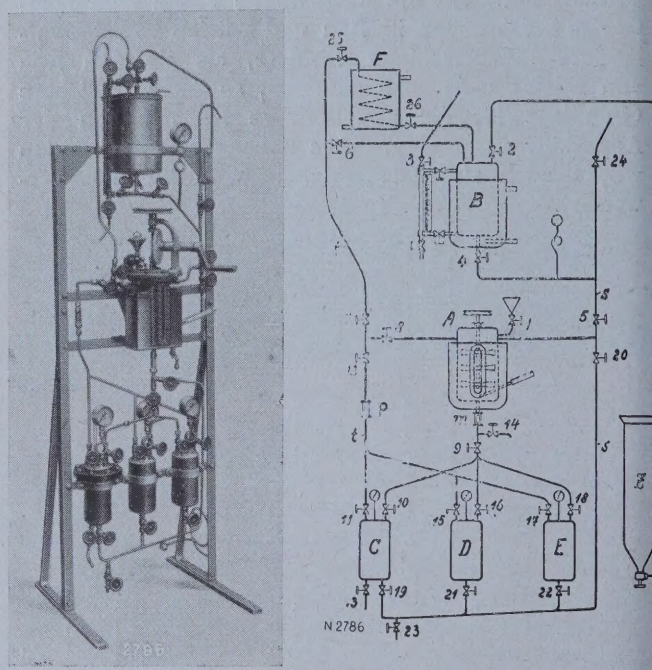


Abb. 5.

langen der Abneigung gegen den Dampfantrieb mit der notwendigen Transmissionsanlage, teils der Tatsache, daß elektrische Energie besonders billig war (z. B. in Californien aus Wasserkräften), oder daß in der Raffinerie ein Dampfkraftwerk vorhanden war, das die Antriebskraft für die Edeleanu-Anlage in Gestalt elektrischen Stroms und den Heizdampf für die Verdampfer als Anzapfdampf liefern konnte. Da solche zentralen Kraftwerke mit modernen Dampfturbinen einen wesentlich geringeren Dampfverbrauch je Pferdekraftstunde haben, als ihn eine nur für die Edeleanu-Anlage bestimmte unter Gegendruck arbeitende Dampfmaschine aufweist, so war das bei der dampfbetriebenen Edeleanu-Anlage erreichte Gleichgewicht zwischen Kraft und Wärme (zwischen Dampfverbrauch der Maschine und Heizdampfverbrauch der Verdampfer) nicht mehr vorhanden. Es mußte also versucht werden, den Wärmeverbrauch der Verdampfer zu verringern.

Unabhängig davon zeigte sich die Notwendigkeit, den Wärmeverbrauch der Anlage noch zu verringern, bei der inzwischen aufgenommenen Raffination von Schmieröldestillaten. Solche Destillate müssen mit wesentlich größeren Mengen schwefliger Säure behandelt werden als Kerosendestillate. Je nach dem Charakter des Destillates und der Anforderungen, die an das Raffinat gestellt werden, kommen bis 600 Volum $^0/_0$ SO_2 zur Anwendung. Die

Kühlung dieser großen SO_2-Mengen, deren Verdampfung und Verflüssigung, würden sehr große Apparate erfordern und viel Arbeit und Wärme verschlingen. Zwei Wege sind beschritten worden, um dieser Schwierigkeit zu begegnen und die Behandlung von Schmierölen wirtschaftlich zu gestalten. Dr. W. Heß hat gefunden, daß man mit einem Bruchteil der vorgenannten SO_2-Menge auskommt, wenn man das Destillat mit der aus der vorhergehenden Operation abgezogenen Extrakt-SO_2-Lösung vorwäscht

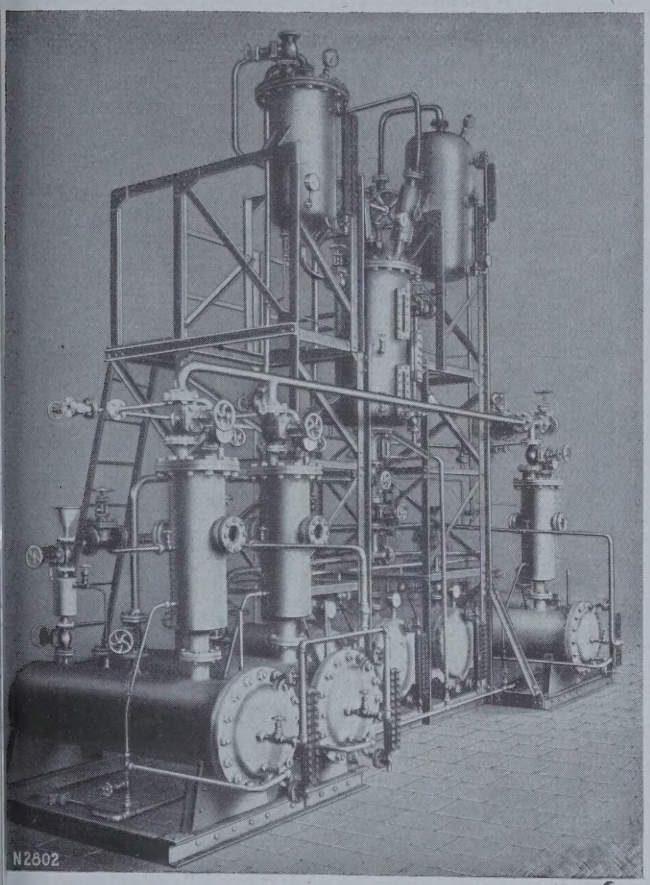


Abb. 6.

und mit reiner SO_2 nachbehandelt. Läßt man 4 Operationen ineinander übergreifen, d. h. behandelt man das Destillat zuerst mit Extrakt-Lösung aus der drittvorhergehenden Operation, sodann mit Lösung aus der zweitvorhergehenden, danach mit Lösung aus der vorhergehenden Operation und zum Schluß mit reiner SO_2, so kommt man mit ungefähr dem dritten Teil der SO_2-Menge aus. Dieses von Dr. Heß erfundene sogenannte Gegenstrom-Verfahren hat sich in der Praxis gut bewährt.

Ein zur Behandlung von Mineralölen nach dem Heß'schen Verfahren bestimmter Laboratoriums-Apparat ist in Abildung 5 schematisch dargestellt. A ist der mit einem Kühlmantel versehene Mischer, in den durch den Trichter mit Absperrventil 1 das zu raffinierende Destillat eingefüllt wird. B ist ein gleichfalls mit Kühlmantel ausgestatteter Meßbehälter für flüssige SO_2, der von der Stahlflasche Z aus ausgefüllt werden kann. C, D und E sind Zwischenbehälter für die aufzuspeichernden Extrakt-SO_2-Lösungen. Wird das abgezogene Extrakt im Behälter C (durch einen Bunsenbrenner) erwärmt, so kann die dabei ausgetriebene SO_2 im Kondensator F zurückgewonnen werden.

Abbildung 6 zeigt eine Versuchsapparatur holländischen Entwurfs und Fabrikates. Oben sind die Kühler für Destillat und SO_2 angebracht, in der Mitte der Mischer, darunter die 3 Extrakt-Speicher zur Behandlung nach dem Heß'schen Gegenstrom-Verfahren, daneben die Verdampfer zum Abdampfen der SO_2 aus dem Raffinat und dem Extrakt. Zu dieser Versuchsanlage gehören noch ein SO_2-Verflüssiger, ein SO_2-Kompressor und eine Kreiselpumpe, die die Zwischenextrakte in den Mischer zurückfördert.

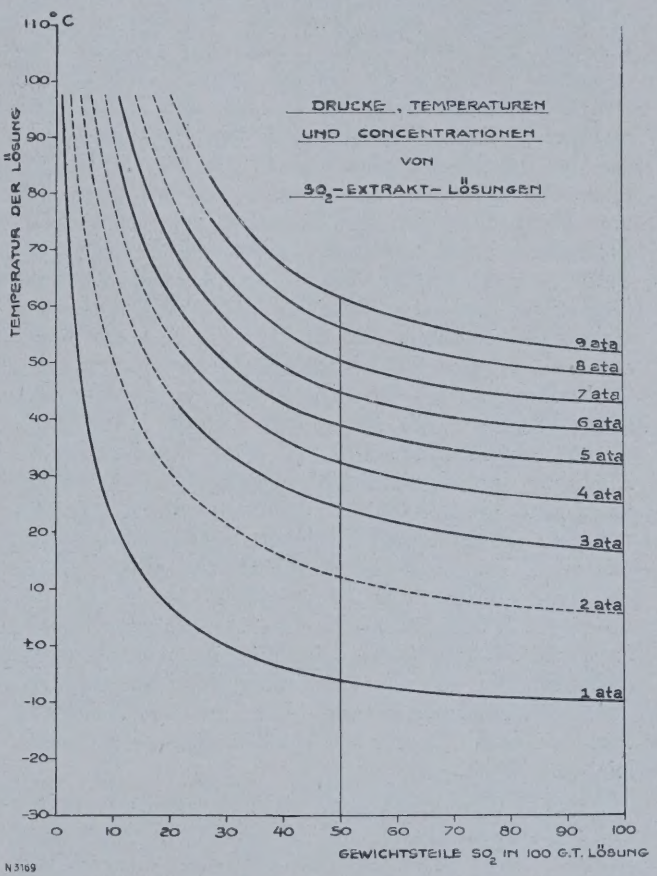


Abb. 7.

Auch bei dem Gegenstromverfahren erfordert die Behandlung von Schmierölen noch so große Mengen frischer SO_2, daß der Abdampf einer eigenen Betriebsmaschine dafür nicht ausreicht. So würde z. B. eine Anlage zur Verarbeitung von 250 Tonnen Schmieröl mit 150 Volum $^0/_0$ frischer SO_2 in 24 Stunden 160 Tonnen Heizdampf brauchen, während die Maschine nur etwa 90 Tonnen Abdampf liefert. Es galt also den Wärmebedarf der Verdampfung auf die Hälfte herabzusetzen.

Nach meinem Vorschlage entschloß man sich, zum ersten Male das von der Verdampfung wässeriger Lösungen her bekannte Prinzip der Mehrkörper-Verdampfung bei der Verdampfung der schwefligen Säure aus Extrakt-SO_2-Lösung zur Anwendung zu bringen.

Bevor dieser Vorschlag gemacht werden konnte, mußte das Verhalten der in Frage kommenden Lösungen in den Verdampfern der Edeleanu-Anlage näher untersucht werden. Wie bereits früher erwähnt wurde, ist das Raffinat beim Austritt aus dem Mischer mit SO_2 gesättigt. Die Menge SO_2, die in dem Raffinat gelöst ist und durch Erwärmung ausgetrieben werden muß, liegt etwa zwischen 15 und

30 Gewichts-Prozenten, je nach der Art des Raffinates, der Temperatur und dem Druck. Bei weitem der größte Teil der SO_2 wird mit dem darin gelösten Extrakt abgezogen. Bei der Behandlung von Kerosen Destillat mit 100 Vol. % SO_2 enthält die Extraktlösung etwa 88 % SO_2 und 12 % Extrakt. Im ersten Extrakt-Verdampfer wird der größte Teil der SO_2 durch Erhitzen unter Kondensatordruck ausgetrieben. Beim Austritt aus dem ersten Verdampfer enthält die Lösung, wenn sie genügend hoch erwärmt wurde, nicht mehr als noch etwa 15 % SO_2 und 85 % Extrakt, und beim Austritt aus dem zweiten Verdampfer, aus dem die Dämpfe unter vermindertem Druck abgesaugt werden, beträgt der SO_2-Gehalt weniger als 3 %. Infolgedessen liegt die Temperatur, bei der die Lösung siedet, d h. die SO_2 in Dampfform übergeht, wesentlich höher als wenn es sich um die Bildung von SO_2-Dämpfen aus reiner SO_2-Flüssigkeit handeln würde. Abbildung 7 zeigt eine Schar von Siedekurven für eine Lösung von kalifornischem Kerosen-Extrakt in SO_2. Die Abscissen stellen die Gewichtsteile der Lösung dar, die Ordinaten die der jeweiligen Konzentration entsprechenden Siedetemperaturen für Drücke von 1 bis 9 at abs. Die Abscisse 0 gilt für reines Extrakt ohne SO_2-Gehalt, die Abscisse 100 für reine SO_2-Flüssigkeit. Die über der Abscisse 100 aufgetragenen Temperaturen sind die bekannten Siedetemperaturen der SO_2 bei den angegebenen Drücken. Die davon ausgehenden Temperaturkurven sind mit Hilfe einiger im Laboratorium der Allgemeinen Gesellschaft für chemische Industrie experimentell bestimmten Punkte entworfen. Auf große Genauigkeit kam es dabei nicht an, da die Kurven infolge der verschiedenartigen Zusammensetzung der zu behandelnden Mineralöldestillate nur als Annäherungswerte Dienste leisten können.

Wie die Kurven zeigen, weicht die Siedetemperatur einer Extrakt-SO_2-Lösung mit 88 % SO_2 und 12 % Extrakt nicht merklich von derjenigen der reinen SO_2 ab. Will man aber z. B. bei einem Kondensatordruck von 5 at abs., bei dem sich die SO_2 mit einer Temperatur von 32° C verflüssigt, die SO_2 aus dem ersten Verdampfer soweit abtreiben, daß das Extrakt mit nur 15 % SO_2-Gehalt aus dem Verdampfer austritt, so muß man die Lösung bis auf rund 60° C aufwärmen. Würde man dies nicht tun, so würde die Lösung mit einem größeren SO_2-Gehalt in die nächste Stufe übertreten, und der Kompressor würde ein größeres Volumen an SO_2-Dämpfen abzusaugen haben. Da dies ein größeres Kompressor-Volumen bedingt und höheren Arbeitsverbrauch verursacht, so ist es wirtschaftlich richtig, die Temperatur im Hauptverdampfer so hoch zu treiben, als es ohne andere Nachteile geschehen kann.

Da in dem unter Kondensatordruck arbeitenden Extrakt-Verdampfer bei weitem die größte Menge SO_2 zu verdampfen ist, also auch die meiste Wärme verbraucht wird, so ist hier die Stelle, wo die Mehrkörperverdampfung eine Ersparnis an Wärme bringen kann. Bekanntlich beruht die Arbeitsweise der Mehrkörperverdampfung darin, daß aus der Lösung im ersten Körper durch Wärmezufuhr ein Bruchteil der zu verdampfenden Flüssigkeit verdampft wird, und die gebildeten Dämpfe zur Heizung des folgenden Körpers benützt werden. Da die Dämpfe nicht wärmer sein können als die Flüssigkeit, aus der sie abgetrieben sind, wird die Flüssigkeit beim Uebertritt aus dem ersten in den zweiten Körper durch ein Drosselventil entspannt, wobei sie sich infolge teilweiser Verdampfung abkühlt. Der Temperaturabfall muß so groß sein, daß ein genügender Wärmeübergang aus den kondensierenden Dämpfen der ersten Stufe auf die in der zweiten Stufe zu verdampfende Flüssigkeit möglich ist.

Da nun in unserem Falle mit der allmählichen Verdampfung der SO_2 eine merkliche Erhöhung des Siedepunktes verbunden ist, die dem Wärmeübergang entgegenwirkt, so ist es klar, daß die Anwendung der Mekrkörperverdampfung durch die Konzentration der Lösung begrenzt ist. Im Allgemeinen liegt die wirtschaftliche Grenze bei etwa 50 % d. h. bei gleichem Teil Extrakt und SO_2. Dabei ist schon eine Siedepunkts-Erhöhung von etwa 7° C vorhanden.

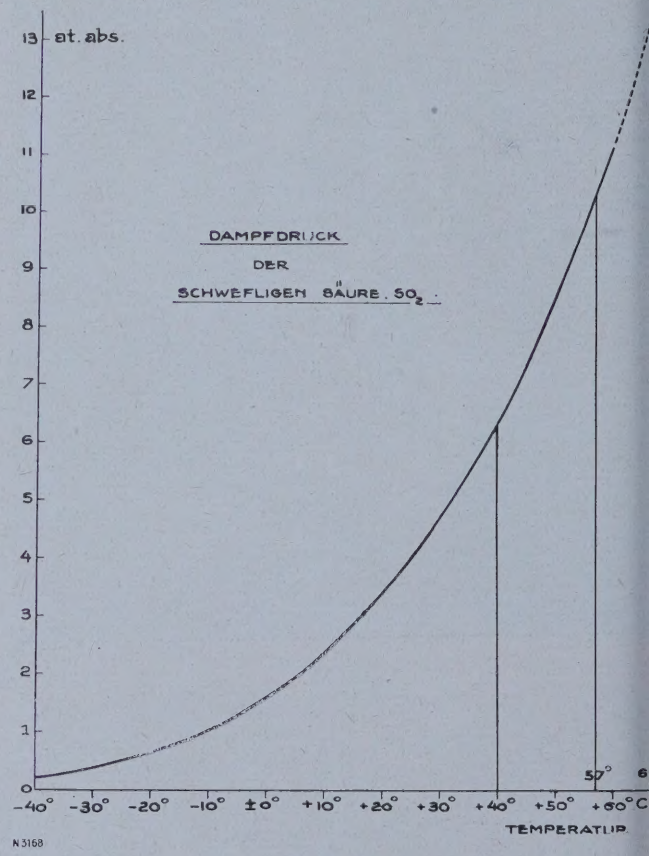


Abb. 8.

Zur Verminderung des gesamten Wärmeverbrauches der Anlage auf die Hälfte war es erforderlich, den Wärmeverbrauch der Extrakt-Verdampfung bis zur Konzention von 50 % auf etwa ein Drittel zurückzubringen, d. h. Dreikörperverdampfung anzuwenden. Wählt man die Temperaturdifferenz von der ersten zur zweiten Stufe zu 10°, wobei die Heizflächen noch nicht zu groß werden, und von der zweiten zur dritten Stufe gleichfalls 10° und addiert man dazu die obengenannte Siedepunktserhöhung von 7° C, so ergibt sich für den ersten Verdampfer eine Temperatur, die 27° C über der dem Kondensatordruck entsprechenden Temperatur liegt.

Nun kommen bei Petroleumraffinerien Kühlwassertemperaturen bis zu 35° C, also Kondensationstemperaturen bis zu 40° C vor, woraus sich für den Hochdruck-SO_2-Verdampfer eine Temperatur bis zu

67° C ergibt. Soweit gehen die Zahlentafeln über Temperaturen und Druck der SO_2 in unseren Handbüchern nicht.

Abbildung 8 zeigt eine Druck-Temperatur-Kurve für SO_2 nach der von Landsberg in der Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie 1925 Seite 179 veröffentlichten Tafel, deren Werte bis zu +60° C gehen. Diese ist bis +67° extrapoliert, der entsprechende Druck beträgt nahezu 14 at absolut. (13 at Ueberdruck). Die Temperaturen und Drucke, bei denen der Hochdruck, der Zwischendruck- und der mit dem Hauptkondensator verbundene Hauptverdampfer für die Extrakt-SO_2-Lösung arbeiten, sind durch eingezeichnete Ordinaten gekennzeichnet.

etwa 50 % erreicht. Die weitere Verdampfung geschieht unter Erwärmung durch Abdampf der Betriebsmaschine, bis nur noch etwa 15 % SO_2 im Extrakt enthalten sind. Der Rest wird im nächsten Verdampfer durch den SO_2-Kompressor abgesaugt, und die letzten Spuren werden im Vacuum-Verdampfer entfernt.

Die Wirtschaftlichkeit der Mehrkörperverdampfung hängt natürlich von dem Verhältnis zwischen Anlagekosten und Dampfkosten im einzelnen Falle ab. Im allgemeinen wurde bei vergleichenden Berechnungen gefunden, daß sich bei Destillaten, die einer Behandlung mit nur 50 Vol. % SO_2 bedürfen, die Anwendung der Mehrkörperverdampfung nicht

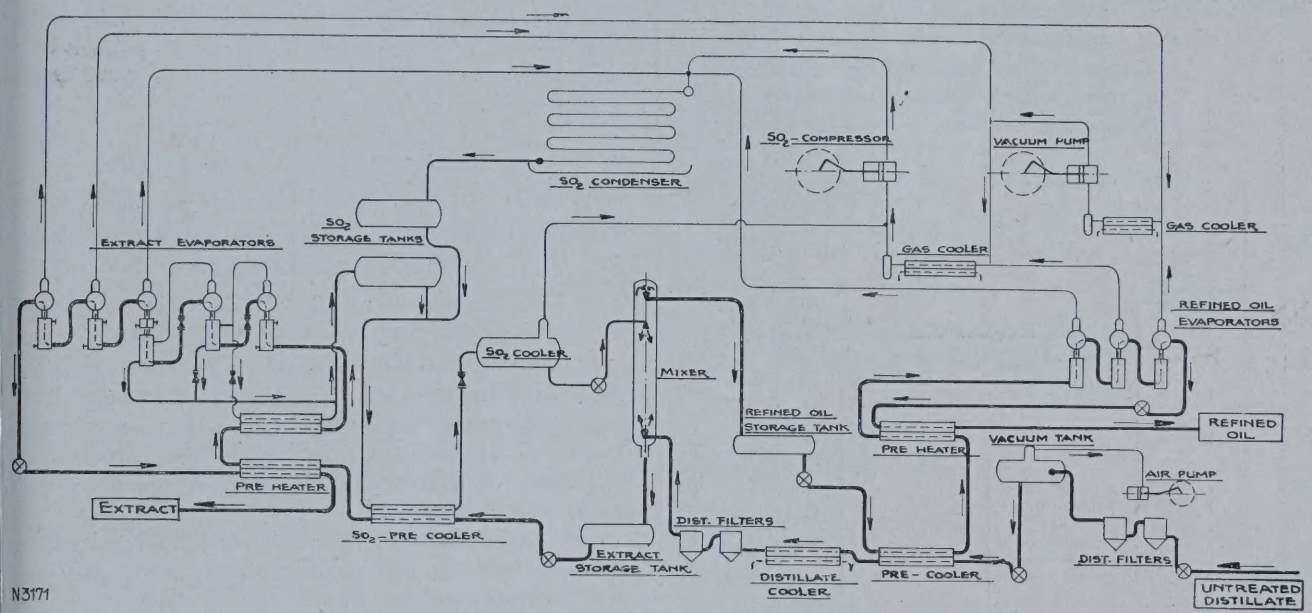


Abb. 9.

Die Mehrkörperverdampfung spielt sich also in einem Druckbereich ab, der wesentlich höher liegt als das in der Kältetechnik übliche und erprobte Druckgebiet. Nur bei den vor etwa 30 Jahren versuchsweise gebauten Abwärme-Kraftmaschinen, die mit schwefliger Säure arbeiteten, wurde mit ähnlichen Drucken und Temperaturen gearbeitet, jedoch hatte man erhebliche Schwierigkeiten mit den Stopfbüchsen. Es ist bemerkenswert, daß unsere SO_2-Hochdruck-Verdampfanlagen, von denen die erste im April 1927 in Hamburg und die zweite noch im gleichen Monat in einer kalifornischen Raffinerie in Betrieb kam, vom ersten Tage an störungsfrei gearbeitet haben, und daß uns die dauernde Abdichtung der Apparate, Rohrleitung und Absperrventile, sowie der Kreiselpumpen, die die Extrakt-SO_2-Lösung gegen den hohen Druck zu fördern hatten, vollkommen gelungen ist.

In Abbildung 9 ist das Schema einer Edeleanu-Anlage mit Mehrkörper-Verdampfung wiedergegeben. Die Apparate, in denen die SO_2-Hochdruck-Dämpfe verflüssigt werden und ihre Wärme an die Lösung übertragen, sind als Röhrenkessel-Kondensatoren ausgebildet. Ein Teil des Hochdruck-Dampfes wird benützt, um die Extrakt-SO_2-Lösung vor Eintritt in den Hochdruck-Verdampfer bis nahe an die Siedetemperatur vorzuwärmen.

In der letzten Stufe der Mehrkörperverdampfung wird unter Kondensatordruck eine Konzentration von lohnt. Bei 75 Vol. % SO_2 genügt die Vorschaltung einer Hochdruckstufe, bei 100 Vol. % SO_2 und mehr sind 2 Vorstufen, also Dreikörper-Verdampfung am Platze.

In dem Schaubild Abb. 10 ist der Dampfverbrauch moderner Edeleanu-Anlagen für Kerosen und leichte Schmieröle auf 1 Tonne Durchsatz berechnet dargestellt. Die untere Linie gilt für Behandlung mit 50 Vol. % SO_2 bei einstufiger Verdampfung der Extrakt-Lösung, die mittlere für 75 Vol. % und zweistufige Verdampfung, die obere für 100 Vol. % und dreistufige Verdampfung. Schon bei Anlagen mittlerer Größe wird ein Dampfverbrauch von nur 200 kg für die Tonne Destillat bei 50 Vol. % SO_2 und von 230 kg bei 100 Vol. % SO_2 erreicht. Bei Dampfmaschinen-Antrieb genügt diese Dampfmenge für den Antrieb der Kompressoren und Vacuumpumpen, während der Abdampf für die Beheizung der Verdampfer ausreicht. Der Antrieb der Kreiselpumpen zur Förderung von Destillat, SO_2, Raffinat und Extrakt erfordert bei einer Anlage mittlerer Größe etwa 3 Kilowatt-Stunden pro Tonne Destillat. Die Bedienung geschieht bei Anlagen mittlerer Größe durch 1 Betriebsführer und 2 bis 3 Arbeiter in jeder Schicht.

Die Darstellung des Verfahrens und der dafür geschaffenen Apparatur wäre nicht vollständig, wenn nicht einige zusätzliche Einrichtungen erwähnt wurden, die zwar das Wesen des Verfahrens nicht

betreffen, aber dennoch für den störungsfreien Betrieb der Anlage von Bedeutung sind. Es ist nicht zu vermeiden, daß bei dem Austreiben der SO_2 aus dem Raffinat und dem Extrakt leicht siedende Kohlenwasserstoffe mitverdampfen. Durch besondere Gaskühler, die auf dem Schema Abbild. 9 eingezeichnet sind, werden diese Oeldämpfe aus dem SO_2-Gasstrom herauskondensiert. Eine weitere Aufgabe bildet das Entfernen der mit dem Destillat in die Anlage eintretenden Feuchtigkeit. Selbstverständlich trocknet man das Destillat durch Absetzen und durch geeignete Filter, bevor es in die Apparatur ge-

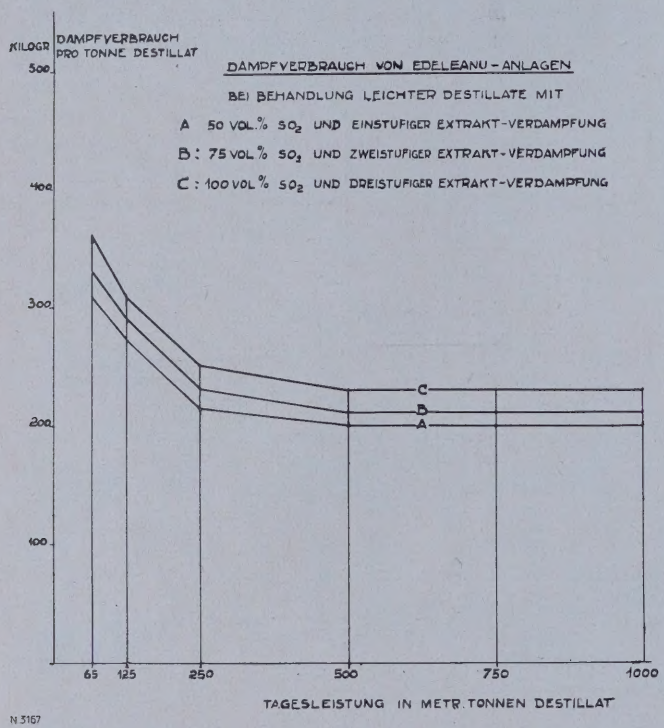


Abb. 10.

langt, aber doch bleiben minimale Wassermengen im Destillat gelöst und gelangen bei der Raffination in die SO_2. Eine Anreicherung der SO_2 mit Wasser würde zu chemischen Angriffen auf das Material der Apparate und Maschinen führen und muß daher durch ständige Trocknung der SO_2 verhütet werden. Daß die dafür gebrauchten Einrichtungen ihren Zweck erfüllen, ist durch langjährige Erfahrungen im Betrieb von Edeleanu-Anlagen unter den ungünstigsten Betriebsverhältnissen erwiesen.

Neuerdings hat auch die Frage des Ersatzes der SO_2, von der 1 bis 3 kg pro Tonne Destillat verloren gehen, eine einfache und ökonomische Lösung gefunden. Nach dem Vorschlag von Dr. W. Heß werden in einer Zusatz-Apparatur durch Verbrennung von Schwefel SO_2-haltige Gase erzeugt und durch einen Absorptions-Turm geführt, der mit dem zu behandelnden Destillat berieselt wird. Das Destillat absorbiert dabei soviel SO_2, als zur Deckung des Verlustes nötig ist.

Dank der Schritt für Schritt erzielten Vereinfachung und Vervollkommung der Edeleanu-Anlagen ist es gelungen, das Verfahren soweit zu verbilligen, daß es der chemischen Raffination der Mineralöle in den meisten Fällen auch wirtschaftlich überlegen ist. Es wurde gezeigt, wie durch rationelle Bewirtschaftung der für Kühlung, Lösung und Trennung aufzuwendenden Energiemengen der Dampfverbrauch bis unter die Hälfte des ursprünglichen Aufwandes zurückgebracht werden konnte.

Zahlreich sind in der chemischen Industrie die Fabrikationsverfahren, bei denen Kälte, Wärme und Kraft gebraucht wird. Das Beispiel des Edeleanu-Verfahrens zeigt, welch dankbares Arbeitsfeld das Gebiet der chemischen Technik dem Ingenieur bietet, der technisch und wirtschaftlich zu denken gelernt hat. Voraussetzung ist verständnisvolles Zusammenarbeiten zwischen Chemiker und Ingenieur, deren Wissen und Können sich ergänzen müssen, wenn ein im Laboratorium gefundenes Arbeitsverfahren technisch und wirtschaftlich ausgebildet werden soll. Je besser das gegenseitige Verständnis ist, um so vollendeter wird das Werk sein, das in gemeinsamer Arbeit geschaffen wird, zur eignen Befriedigung und zum Nutzen der Industrie.

Zeichnerisches Verfahren zum Auffinden des günstigsten Kondensatordruckes in Kohlensäure-Kältemaschinen[1])

Dr. Ing. Haruhisa Inokuty,
Mitsubishi Laboratorium, Tokio.

Während bei NH_3-Kältemaschinen der günstigste Kondensatordruck ein wenig über dem der Kühlwassertemperatur entsprechenden liegt, also eindeutig bestimmt ist, ist dies bei Kohlensäuremaschinen, die mit Temperaturen in der Nähe der kritischen arbeiten, nicht der Fall.

Es sei angenommen, daß die Dämpfe gerade trocken gesättigt angesaugt werden, wobei die Verdampfungstemperatur durch die Erfordernisse des besonderen Falles bedingt sind. Die Temperatur vor dem Regelventil ist durch die des Kühlwassers gegeben.

Der Kreisprozeß sei durch den Linienzug A B C D in Abb. 1 beschrieben. Wenn t, P und i, Temperatur, Druck und Wärmeinhalt des Kältemittels bedeuten, so ist die Aufgabe, zu bekannten P_A, i_A und t_c den Druck P_B zu finden, der die günstigte Leistungszahl gibt. Es ist

$$\varepsilon = \frac{i_A - i_D}{i_B - i_A} = \frac{i_A - i_C}{i_B - i_A}.$$

Hierin sind i_B und i_C unbekannt, bezw. veränderlich. Gemäß der Aufgabe wandert der Punkt B bei einer Veränderung des Kondensatordruckes auf einer Adiabate, Punkt C auf einer Isotherme. Differenziert man den Ausdruck nach P_B unter Beachtung dieser Bedingungen, so ist

$$\frac{\delta\varepsilon}{\delta P_B} = \frac{-\left(\frac{\delta i_C}{\delta P_B}\right)_T (i_B - i_A) - \left(\frac{\delta i_B}{\delta P_B}\right)_s (i_A - i_C)}{(i_B - i_A)^2}.$$

ε wird ein Maximum (oder Minimum), wenn

$$-\left(\frac{\delta i_C}{\delta P_B}\right)_T (i_B - i_A) - \left(\frac{\delta i_B}{\delta P_B}\right)_s (i_A - i_C) = 0 \quad \text{oder}$$

$$\frac{-\left(\frac{\delta i_C}{\delta P_B}\right)_T}{i_A - i_C} = \frac{\left(\frac{\delta i_B}{\delta P_B}\right)_s}{i_B - i_A} \qquad (1)$$

[1]) Gekürzte Uebersetzung des beim 5. Internationalen Kältekongreß in Rom gehaltenen Vortrages.

Die Differentialquotienten $\left(\frac{\delta i_C}{\delta P_B}\right)_T$ und $\left(\frac{\delta i_B}{\delta P_B}\right)_s$ sind Richtungskonstanten der Tangenten, der Isotherme und der Adiabate im P-i-Diagramm.

In Abb. 1 ist $i_A = \overline{EA}$, $i_B = \overline{FB}$, $i_C = i_D = \overline{FC} = \overline{ED}$; also

$$i_A - i_C = \overline{DA} \text{ und } i_B - i_A = \overline{AQ}.$$

und der Punkt C auf der Isotherme durch C. Zieht man durch B und C Tangenten an diese Kurven, die die Wagrechte durch E in R und S schneiden, dann ist

$$DS = -EF\left(\frac{\delta i_C}{\delta P_B}\right)_T \text{ und } RQ = EF\left(\frac{\delta i_B}{\delta P_B}\right)_s.$$

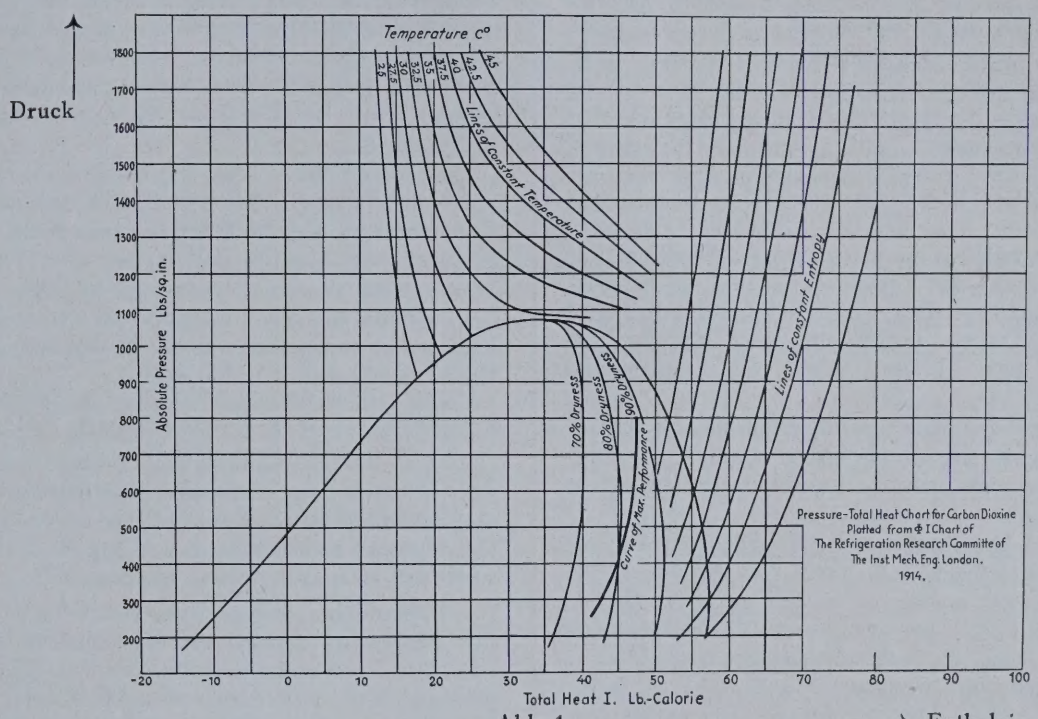


Abb. 1.

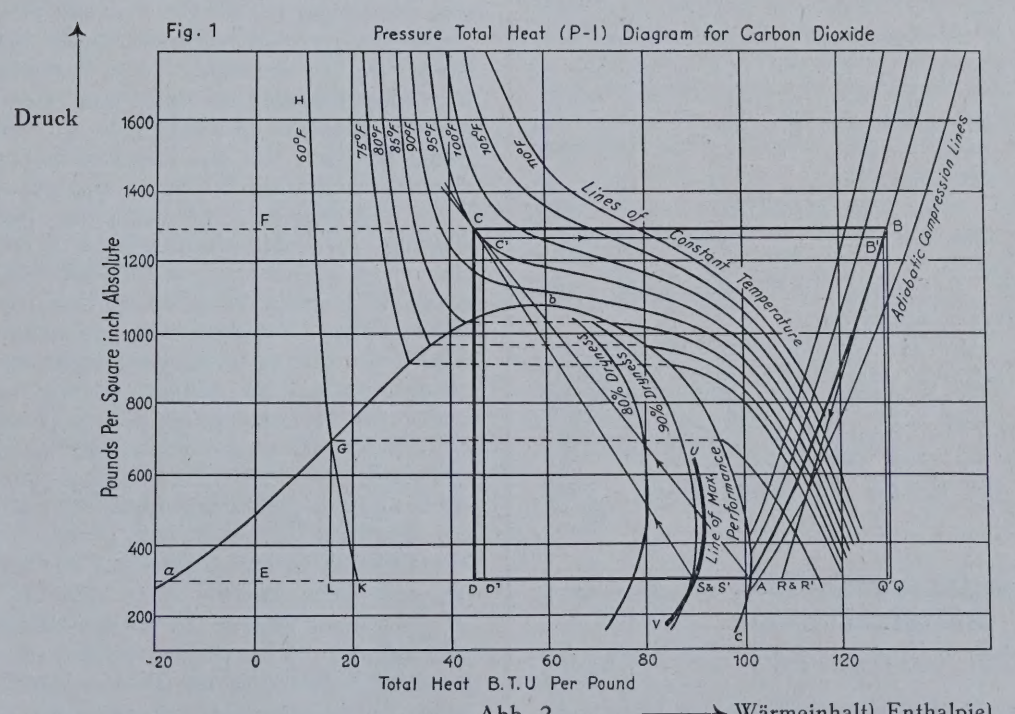


Abb. 2.

Daher ist

$$\varepsilon = \frac{\overline{DA}}{\overline{AQ}}.$$

Bei der Veränderung des Verdichtungsdruckes wandert der Punkt B auf einer Adiabate durch A

Führt man diese Beziehungen in die Gleichung (1) ein, so nimmt diese die Form an

$$\frac{DS}{DA} = \frac{RQ}{AQ} \qquad (2)$$

Die gestellte Aufgabe ist somit auf die geometrische zurückgeführt, eine Wagrechte FCB zu finden,

welche die Gleichung (2) erfüllt, wenn die Adiabate durch A, die Isotherme T_C und die Isobare der Saugspannung EDAQ gegeben sind.

Da die Adiabaten große Krümmungsradien haben, ist AR klein im Verhältnis zu RQ. Man kann in erster Annäherung $\frac{RQ}{AQ} = 1$ setzen; dann muß auch S mit A zusammenfallen. Deshalb beginnt man damit, daß man von A aus eine Tangente AC' an die Isotherme t_C legt. C' liegt etwas zu niedrig. Zur weiteren Annäherung zieht man C'B' und in B' die Tangente an die Adiabate durch A, die die Wagrechte durch E in R' trifft, sowie die Lote B'Q' und C'D'. Nun teilt man die Strecke D'A durch den Punkt S' so, daß $\frac{D'S'}{D'A} = \frac{R'Q'}{AQ'}$. Von S' legt man eine Tangente an die Isotherme T_c, die diese in C trifft. Man kann das Verfahren beliebig oft wiederholen und sich so dem wirklich günstigsten Punkt immer mehr nähern. In dem eingezeichneten Beispiel ergibt sich aber schon jetzt völlig genügende Genauigkeit.

Daß es sich hier um ein Maximum der Leistungsziffer und nicht um ein Minimum handelt, was der Verfasser im einzelnen nachweist, ist wohl ohne weiteres klar.

Liegt die Temperatur des Kühlwassers so tief unter der kritischen, daß man von A aus keine Tangente an die Isotherme ziehen kann, z. B. bei 60^0 F, so gibt die Isobare durch G bereits den günstigsten Druck an, wie nachgewiesen wird.

Sucht man die Punkte S auf, die zu einer bestimmten Verdampfungstemperatur (A), aber veränderlichen Kühlwassertemperatur gehören, so findet man, daß sie alle fast genau mit dem ersten Punkt S zusammenfallen, in der Nähe der Kurve x = 90 %. Das gilt für alle Verdampfungstemperaturen, so daß man zu der Kurve VSU gelangt, die man als Linie größter Leistungsziffer (the line for the maximum coeff.cient of performance).

Zieht man also vom Schnittpunkt der Verdampfungsisobaren mit der Linie größter Leistungsziffer eine Tangente an die der Kühlwassertemperatur entsprechenden Isotherme, so hat man sofort den günstigsten Verdichtungsdruck.

Bei Abb. 2 ist die Linie größter Leistungsziffer in ein p-i-Diagramm eingetragen, das aus einem s-i-Diagramm entnommen ist, das vom Inst. of. Mech. Engs. London 1914 veröffentlicht worden ist. Hier liegt die Linie zwischen den Kurven x = 77 % und x = 88 %, auch streuen die Punkte S etwas mehr als in Abb. 1. Kr.

Der Eigentumsvorbehalt an Kleinkältemaschinen.

Von Syndikus Dr. jur. Oscar Schwartz, Berlin.

Die Frage, ob der in den allgemeinen Lieferungsbedingungen fast aller Kleinkältemaschinenfabrikanten normierte Eigentumsvorbehalt für den Lieferanten praktisch wirkungsvoll ist, hat in letzter Zeit in einer Reihe von Fällen akute Bedeutung gewonnen. Wiederholt haben sich, wenn die Käufer ihre Zahlungsverpflichtung nicht erfüllten und die Lieferanten die Maschine zurücknehmen oder pfänden lassen wollten, Schwierigkeiten ergeben, die sich erst durch langwierige Verhandlungen aus der Welt räumen ließen. Entweder ließ der Hausbesitzer die Anlage nicht herausnehmen oder selbst Gerichtsvollzieher weigerten sich aus freien Stücken, die Maschine zu pfänden. Es wurde entweder der Einwand vorgebracht, die Maschine sei wesentlicher Bestandteil des Gebäudes bezw. Grundstücks, oder es wurde versucht, ihr wenigstens die Zugehöreigenschaft beizulegen. Da höchstrichterliche Entscheidungen gerade für Kleinkältemaschinen nicht vorliegen, war es nicht immer einfach, den Gegner, selbst den juristisch vorgebildeten Gegner, von der Unrichtigkeit seines Einwandes zu überzeugen.

Es dürfte daher von Interesse sein, diese Frage auf Grund der gesetzlichen Bestimmungen an Hand der bisherigen allgemeinen Rechtsprechung des Reichsgerichts nachzuprüfen und festzustellen, welche Gesichtspunkte für die Beurteilung maßgebend sind.

1. Zunächst ist zu untersuchen, ob eine Kleinkältemaschine als wesentlicher Bestandteil des Grundstücks angesehen werden kann.

Wesentliche Bestandteile einer Sache können bekanntlich nach § 93 BGB. nicht Gegenstand besonderer Rechte sein, folgen vielmehr dem Rechte der Gesamtsache. Wenn also eine Kleinkältemaschine als wesentlicher Bestandteil des Gebäudes bezw. Grundstücks anzusehen wäre, dann ist der Eigentumsvorbehalt des Lieferanten wirkungslos.

Wesentliche Bestandteile einer Sache sind nach der genannten gesetzlichen Bestimmung solche, die von einander nicht getrennt werden können, ohne daß der eine oder andere zerstört oder in seinem Wesen verändert wird. Es ist zu beachten, daß eine Vereinigung einzelner Sachen zu einer neuen zusammengesetzten Sache vorliegen muß, damit die Frage, ob die einzelnen Teile wesentliche Bestandteile der Gesamtheit sind oder nicht, überhaupt gestellt werden kann. Es muß sich also um eine Sache handeln, die aus Zusammensetzung verschiedener Einzelsachen zu einer einzigen geworden ist. Schon hier können Zweifel aufsteigen, ob durch Aufstellung einer Kleinkältemaschine in einem Gebäude eine neue einheitliche, aus Gebäude und Maschine zusammengesetzte Sache geworden ist. Zur Beurteilung dieses Punktes wird es darauf ankommen, wie die Aufstellung in den Räumen erfolgt ist. Handelt es sich mehr oder weniger um ein bloßes Hineinstellen der Apparate in die Räume, sodaß von einem Einbau im wahren Sinne des Wortes gar nicht gesprochen werden kann, dann wird man m. E. schon die Grundfrage, daß eine einheitliche Sache entstanden ist, verneinen müssen, anders, wenn es sich um einen Einbau handelt, der eine gewisse bauliche Verbindung mit dem Gebäude hat.

Es kommt aber m. E. hierauf deshalb nicht an, weil selbst bei Kleinkältemaschinen, die eine gewisse bauliche Verbindung mit Decke, Boden oder Wand haben, die Eigenschaft als wesentlicher Bestandteil verneint werden muß. Wie wir eben dargelegt haben, kommt es darauf an, ob eine Trennung ohne Zerstörung oder ohne Wesensänderung möglich ist, und zwar ist zu prüfen, ob durch die Trennung eine Zerstörung oder Wesenänderung der Einzelteile, nicht der Gesamtsache eintritt (Reichsgericht Bd. 62, S. 409). Eine Wesensänderung liegt dann vor, wenn die bis-

herige wirtschaftliche Bedeutung oder der bisherige wirtschaftliche Wert durch die Trennung verloren geht oder ganz bedeutend verringert wird. Natürlich muß die Zerstörung oder Veränderung erheblich sein; ist sie im Verhältnis zum Wert des ganzen Bestandteiles nicht erheblich, dann ist sie bedeutungslos (Reichsgericht Bd. 69, S. 122). Sind die Bestandteile nach der Trennung noch in der bisherigen Art wirtschaftlich auszunutzen, so sind sie, auch wenn sie zu diesem Zwecke erst wieder mit anderen Sachen verbunden werden müssen, nicht wesentliche Bestandteile. Daher wurde diese Eigenschaft bei Badeöfen und Badewannen verneint.

Wenn wir z. B., um eine Art von Kleinkältemaschinen herauszugreifen, an die Absorptionsanlagen denken, so sehen wir, daß diese in der Hauptsache aus Kessel, Verflüssiger und Verdampfer bestehen. Von diesen Teilen ist nur der Kessel insofern mit dem Boden verbunden, als er auf ein gemauertes Fundament gesetzt wird. Verflüssiger und Verdampfer sind mit dem Gebäude nicht verbunden, denn die wenigen Meter Rohr, welche die Anlagenteile unter sich verbinden und vielleicht durch die Wand gehen, stellen keine Verbindung mit dem Grundstück dar. Eine Trennung einer solchen Anlage vom Raum bringt gar keine nennenswerte Beschädigung oder Wertverminderung der Anlage mit sich, Kessel, Verflüssiger und Verdampfer behalten denselben Wert und können auch nach der Trennung zum gleichen Zweck verwendet werden, die wenigen Meter Rohr, die man in der Wand läßt, spielen aber im Verhältnis zu den genannten Hauptteilen der Maschine nicht die geringste Rolle. Das Gleiche gilt für den Raum. Selbst wenn durch die Abnahme des Kessels und Kesselfundaments kleinere Beschädigungen am Fußboden entstehen, so sind diese so gering und lassen sich mit so minimalen Kosten wieder beseitigen, daß sie absolut belanglos sind. Wie das Reichsgericht in seiner Entscheidung vom 7. 10. 1908 — V 270/08 — ausgeführt hat, spielt es keine Rolle, wenn z. B. bei der Entfernung der Maschinen ein Tor beschädigt, eine Verankerung herausgenommen, ein Blechbeschlag beseitigt oder der Zement, in dem die Füße der Maschine eingebettet sind, zerschlagen wird.

Eine erhebliche, das Gebäude in seinem innersten Wesen berührende Gestaltsveränderung durch Wegnahme der Kühlanlage kann aber auch in der Regel nicht angenommen werden. Eine solche könnte unter Umständen nur dann vorliegen, wenn es sich nicht um eine in Serienfabrikation hergestellte Maschine, sondern um eine solche handelt, die besonders für die Eigenart des betreffenden Gebäudes mit der Absicht konstruiert ist, dem Gebäude gerade durch diese Anlage eine bestimmte besondere Note zu geben, so daß, um mit den Worten der eben zitierten Reichsgerichtsentscheidung zu sprechen, durch die Vereinigung von Gebäude und Maschine »eine einzige Sache in Gestalt eines aus Baulichkeit und Maschinen zusammengesetzten eigengearteten Gebäudes hergestellt worden ist und die Maschinen nur noch als unselbständige Sachteile dieses Gebäudes zu betrachten sind«. Nur in allerseltensten Fällen wird aber die konkrete Sachgestaltung eine derartige Annahme rechtfertigen.

Da also eine Trennung ohne wesentliche Beschädigung oder Wesensänderung und ohne Schwierigkeiten mit geringen Kosten möglich ist, kann man eine Kleinkälteanlage auch nicht als mit dem Grund und Boden fest verbundene Sache im Sinne des § 94 BGB. ansehen. Das Kriterium für die Festigkeit der Verbindung mit dem Grund und Boden im Sinne der genannten Bestimmung ist nach der ständigen Rechtsprechung des Reichsgerichts eben der Umstand, ob eine Trennung ohne erhebliche Beschädigung oder Wesensänderung mit geringen Kosten, die im Verhältnis zum Wert des einen oder anderen Teiles keine Rolle spielen, möglich ist.

Die Tendenz des Gesetzes in dieser Frage sieht man am besten aus der Bestimmung des § 95 BGB. Dort heißt es, daß solche Sachen nicht zu den wesentlichen Bestandteilen gehören, die nur zu einem vorübergehenden Zweck mit dem Grund und Boden verbunden sind. Also auch wenn im allgemeinen eine festere Verbindung mit dem Grund und Boden anzunehmen ist, spielt dieser Umstand dann keine Rolle, wenn diese Verbindung nur zu einem vorübergehenden Zwecke erfolgte. Ein solch vorübergehender Zweck wird aber in der Regel immer ein Miets- oder Pachtverhältnis sein. Der Mieter oder Pächter, der sich für seinen Betrieb eine Kältemaschine anschafft und einbauen läßt, will diese doch offenbar nur für die Dauer seines Miet- oder Pachtverhältnisses in dem betreffenden Grundstück haben. Wie das Reichsgericht (Gruchots Beiträge zur Erläuterung des Deutschen Rechts 59, 111) einmal sehr bezeichnend ausgesprochen hat, ist gerade beim Einbau besonders wertvoller Gegenstände durch den Mieter oder Pächter von vornherein anzunehmen, daß der Mieter oder Pächter sie nicht für immer dem Haus einverleibt lassen, sondern sie nur für die Dauer seines Miets- oder Pachtverhältnisses darin haben will. Und Kühlanlagen sind doch sicherlich sehr wertvolle Gegenstände! So hat auch das Reichsgericht die Eigenschaft als wesentlichen Bestandteil bei einer vom Mieter eingebauten Kochmaschine oder Heizungsanlage verneint. Was aber für die Kochmaschine oder Heizungsanlage gilt, muß sinngemäß auch für die Kleinkältemaschine gelten. Keine Entscheidung des Reichsgerichts paßt so auf die Kleinkältemaschinen wie die eben zitierten.

2. Wenn der Einwand aus der Eigenschaft als wesentlicher Bestandteil nicht durchdringt, dann wird oft versucht, die Kleinkältemaschine als Zubehör des Grundstücks zu kennzeichnen. Zubehörstücke folgen bekanntlich nicht ohne weiteres dem rechtlichen Schicksal der Hauptsache. Das Gesetz sucht nur durch Einzelbestimmungen den Zusammenhang zwischen beiden zu wahren. Eine solche Einzelbestimmung ist die des § 865 Abs. 2 ZPO., wonach Zubehörstücke eines Grundstücks der Zwangsvollstreckung in das bewegliche Vermögen nicht unterworfen sind. Würde man also zu dem Ergebnis kommen, daß eine Kleinkältemaschine Zubehör des Grundstücks ist, dann könnte sie für sich allein nicht gepfändet werden.

Zubehör sind nach § 97 BGB. bewegliche Sachen, die, ohne wesentliche Bestandteile der Hauptsache zu sein, dem wirtschaftlichen Zwecke der Hauptsache zu dienen bestimmt sind und zu ihr in einem dieser Bestimmung entsprechenden räumlichen Verhältnis stehen. Auch hier muß nach dem Wortlaut des § 97 Abs. 2 BGB. die Einrichtung eine dauernde und nicht nur eine vorübergehende sein. Dagegen ist es nach

der Rechtsprechung des Reichsgerichts (Bd. 48, S. 207) gleichgiltig, ob der Gegenstand nur einem Teil der Hauptsache dauernd zu dienen bestimmt ist. Nach den Darlegungen zu 1 wird auch hier eine Einrichtung nur als vorübergehend anzusehen sein, wenn sie nur für die persönlichen Bedürfnisse des derzeitigen Mieters bestimmt, also nur für die Zeit seines Mietverhältnisses gedacht ist (Juristische Wochenschrift 1909, S. 70). Daher sind auch Kleinkältemaschinen in der Regel nicht als Zubehör anzusehen. Nur bei ganz besonderer Ausnahmegestaltung wird man die Zubehöreigenschaft als vorhanden ansehen können. Wenn auch nicht für Kleinkältemaschinen, so hat doch das Reichsgericht für Ladeneinrichtungen eines Metzgers entschieden, daß sie nicht als Zubehör anzusehen sind, und eine Kleinkältemaschine eines Metzgers wird man unbedenklich als einen Teil seiner Ladeneinrichtung ansehen können. In einem anderen für unsere Frage auch sehr wesentlichen Falle hat das Reichsgericht entschieden, daß Einrichtungen eines Verkaufsladens in einem städtischen Wohnhaus, der für verschiedene Zwecke benutzt werden kann, nicht als Zubehörstücke betrachtet werden können, da mit einem Wechsel der Betriebsart immer zu rechnen ist (Juristische Wochenschrift 1909, 485). Diese Entscheidung ist von großer Bedeutung. Es wird fast immer die Regel sein, daß es sich bei den Betriebsstätten der Mieter um Räume handelt, die auch zu anderen Zwecken als denen des gerade darin befindlichen Mieters benutzt werden können. Nur bei ländlichen Grundstücken kann es hie und da vorkommen, daß der im Hause befindliche Laden einzig und allein für einen bestimmten Zweck eingerichtet ist und daher auch nur dafür gebraucht werden kann. In solchen Fällen ist es dann aber immer der Grundstückseigentümer selbst, der den gewerblichen Betrieb im Laden betreibt, denn nur aus diesem Grunde wird der Hausbesitzer seinen Laden so einrichten. Bei einer solchen Sachgestaltung scheidet aber unsere Streitfrage überhaupt aus, da man gegen den Hausbesitzer und gleichzeitigen Schuldner mit Zwangsvollstreckung in das unbewegliche Vermögen vorgehen kann.

In diesem Zusammenhang sei noch auf zwei neuere Entscheidungen hingewiesen, die zwar nur von Landgerichten erlassen sind, aber des Interesses nicht entbehren. Die eine Entscheidung ist die des Landgerichts Landsberg a. W. vom 28. Septbr. 1928, die der Verband für Kältemaschinen Anfang vorigen Jahres seinen Mitgliedern bekannt gegeben hat. Darin ist die Pfändung einer Pumpenanlage, die auf ihrer Unterlage nur aufmontiert war und ohne Zerstörung ihrer Teile wieder entfernt werden konnte, für zulässig erachtet worden, weil diese Pumpenanlage weder als wesentlicher Bestandteil noch als Zubehör anzusehen ist. Die zweite Entscheidung, mit der sich der Verfasser dieses Aufsatzes in einem praktischen Falle auseinanderzusetzen hatte, stammt vom Landgericht Stettin (4. Februar 1928). Dieses hat merkwürdigerweise den Wasserkessel und die Wasserpumpe, die sich ein Mieter für die von ihm betriebene Molkerei in dem verschiedenen gewerblichen Zwecken dienenden Grundstück eines Städtchens angeschafft hatte, als der Zwangsvollstreckung in das bewegliche Vermögen nicht unterworfen angesehen, weil diese Gegenstände Zubehör des Grundstücks sind. Allerdings gibt diese merkwürdige Entscheidung keine Begründung dafür, warum der Wasserkessel und die Wasserpumpe in diesem Falle Zubehör des Grundstücks sein sollen, und nur dann kann diese Entscheidung den Anspruch auf Richtigkeit erheben, wenn eine ganz besondere Sachgestaltung dort vorlag, die aber auch aus dem mehr als kurzen Urteil nicht hervorging.

Zu beachten ist schließlich noch, daß § 97 BGB. ferner ausdrücklich bestimmt, daß in allen Fällen, in denen selbst nach der konkreten Sachgestaltung eine Sache als Zubehör angesehen werden müßte, dieser Schluß nicht gezogen werden darf, wenn die betreffende Sache im Verkehr nicht als Zubehör angesehen wird. So herrscht z. B. im Rheinland die Sitte, daß in den Wohnungen keine Oefen vorhanden sind und sich die Mieter daher die Oefen selbst mitbringen. Es hat sich daher die Verkehrsauffassung entwickelt, daß dort Oefen unter keinen Umständen als Zubehör anzusehen sind, denn sonst könnte kein Mieter die Oefen beim Ausziehen ohne Genehmigung des Hausbesitzers mitnehmen und müßte sich unter Umständen öfters neue kaufen. Naturgemäß hat sich für Kleinkältemaschinen eine diesbezügliche Verkehrsauffassung noch nicht herausbilden können, da solche Maschinen noch keine Notwendigkeiten sind, wie Oefen in den Wohnungen. Aber trotzdem wird man auch aus dieser Bestimmung schließen müssen, daß Kleinkälteanlagen nicht als Zubehörstücke anzusehen sind. Denn je mehr die Entwickelung dahin geht, daß alle Lebensmittelgeschäfte sich für ihren Betrieb Kältemaschinen anschaffen, desto mehr wird die Anschaffung einer solchen Anlage eine Notwendigkeit werden, und dann wird natürlich die Verkehrsauffassung dazu kommen müssen, die vom Mieter angeschaffte Kühlanlage nicht als Zubehör anzusehen.

Eigentumsvorbehalt an Kältemaschinen

Gewerberat a. D. Dipl.-Ing. Egon Zäuner.

Die allgemeinen Lieferbedingungen der Maschinen-Industrie enthalten im Hinblick auf die mannigfachen Bedürfnisse der verschiedenen Zweige des Maschinenbaues keine Vorschriften über den Eigentumsvorbehalt. Die eine Gruppe der Maschinenbau-Anstalten glaubt ohne den Eigentumsvorbehalt nicht auskommen zu können, während ihn andere Firmen als überflüssig erklären. Die verschiedenen Auseinandersetzungen zwischen Maschinenlieferer und -besteller zeigen nun aber, daß die Frage des Eigentumvorbehaltes nicht als nebensächlich anzusprechen ist. Bezüglich der Rechtslage sei auf die vorstehenden Ausführungen von Dr. Schwartz verwiesen.

Aus der umfangreichen Rechtsprechung des Reichsgerichts ist zu ersehen, daß im allgemeinen Maschinen nicht als wesentlicher Bestandteil anzusprechen sind. Es sind allerdings einige anderslautende Entscheidungen gefällt worden, so z. B. wurden als Bestandteile angesprochen: die elektrische Kraftanlage eines Kokswerkes, die Automaten-Einrichtung eines Automaten-Restaurants, die nach Skizzen verfertigte maschinelle Mahleinrichtung in einem Mühlengebäude.

Wenn früher die Gerichte nicht immer die Interessen der Maschinenhersteller hinsichtlich der Wirksamkeit eines Eigentumsvorbehalts wahrgenommen

haben, trotzdem bei objektiver Beurteilung der ganzen Sachlage die Anerkennung des Eigentumsvorbehalts wohl in den meisten Fällen nicht versagt werden konnte, so scheint erfreulicherweise heute ein Umschwung hierin eingetreten zu sein und es kann auch aus unseren Erfahrungen heraus wohl gesagt werden, daß heute im allgemeinen bei einer ordnungsmäßig gestellten Eigentumsvorbehaltsklausel auch das Eigentum der Maschinenherstellerin bei nicht erfolgter Bezahlung durch den Kunden gewahrt wird.

Ein Beispiel hierfür, das besonders die Kältemaschinen-Industrie interessiert, ist die Entscheidung der I. Zivilkammer des Landgerichts in Kiel am 10. Mai 1928, die wie folgt lautet:

Auf die Berufung der Klägerin wird das Urteil des Amtsgerichts in Neumünster vom 11. Oktober 1927 dahin abgeändert: Die Beklagten werden verurteilt, folgende Einzelteile der von der Klägerin gelieferten Kühlanlage, Gr. III an die Klägerin herausgegeben:

1. Einen Kühlautomaten mit Ringschmierlagern und einer Antriebsriemenscheibe 375×70 mm,
2. sechs Eiszellen,
3. ein vollständiges Kühlsystem aus Schmiedeeisen, im Vollbade verzinkt, mit den erforderlichen Soleverbindungsleitungen,
4. eine Ventilationseinrichtung, bestehend aus einer Abdeckwand und einem Elektroventilator, Einphasen-Wechselstrom 170 Volt, jedoch ohne die dazugehörigen Luftkanäle,
5. eine Kühlwasserregulierung,
6. einen Antriebsmotor 2 PS, Zweiphasen-Wechselstrom, 170/240 Volt mit Spannschienen und Anlasser nebst einem Ledertreibriemen.

Mit ihren weitergehenden Ansprüchen wird die Klägerin abgewiesen.

Die Kosten des Rechtsstreites werden den Beklagten auferlegt.

Tatbestand.

Im März 1925 hatten die Beklagten bei der Verkaufsstelle der klagenden Firma in Kiel vorbehaltlich der Genehmigung der Klägerin eine Kühlanlage, Gr. III bestellt. Diesen Auftrag hat die Klägerin in einem Schreiben vom 30. März 1925 bestätigt, indem sie sich gleichzeitig bis zur völligen Kaufpreiszahlung das Eigentum an der Anlage vorbehalten hat Die Anlage ist geliefert und in den neuerrichteten Anbau des Schlachthauses des Beklagten einmontiert worden. Die vereinbarten Zahlungen sind von dem Beklagten nicht geleistet worden.

Die Klägerin hat vor dem Amtsgericht in Neumünster Klage erhoben. Sie hat unter Hinweis auf den von ihr gemachten Eigentumsvorbehalt beantragt, die Beklagten zu verurteilen, die oben erwähnten Einzelteile der Kühlanlage und außer ihnen einen Soleförderer und die zur Ventilationseinrichtung gehörenden Luftkanäle an sie herauszugeben.

Die Beklagten haben beantragt, die Klägerin mit ihrer Klage abzuweisen. Im übrigen hat die Beklagte behauptet, ein Eigentumsvorbehalt sei nicht vereinbart worden, abgesehen davon seien die herausverlangten Anlageteile durch den Einbau der Anlage in das Schlachthaus der Beklagten wesentliche Bestandteile dieses Gebäudes geworden und damit in das Eigentum der Beklagten übergegangen.

Durch das Urteil des Amtsgerichts in Neumünster vom 11. Oktober 1927 ist die Klägerin mit ihrer Klage kostenpflichtig abgewiesen worden.

Gegen dieses Urteil, auf dessen vorgetragenen Inhalt Bezug genommen wird, hat die Klägerin in rechter Frist und Form Berufung eingelegt.

Sie beantragt unter Abänderung des angefochtenen Urteiles nach dem Klageantrage zu erkennen. Sie wiederholt ihr Vorbringen erster Instanz und behauptet insbesondere, die Kühlanlage sei nicht untrennbar mit dem Schlachthausanbau verbunden und auch nicht zur Herstellung des Anbaues eingefügt worden.

Die Beklagten beantragen, die Berufung der Klägerin zurückzuweisen. Auch sie wiederholen ihr Vorbringen erster Instanz und behaupten, bei der Herstellung des Anbaues sei in jeder Beziehung auf die Einrichtung der Kühlanlage Rücksicht genommen.

Was das Vorbringen der Parteien im Einzelnen anbelangt, so wird auf die Schriftsätze der Klägerin vom 30. November 1927 und vom 4. Februar und 26. März 1928 und auf die Schriftsätze der Beklagten vom 1. Februar und 10. Mai 1928 verwiesen.

Gemäß dem Beweisbeschluß vom 13. Febr. 1928, auf dessen Inhalt Bezug genommen wird, ist eine Augenscheinaufnahme erfolgt und ein Sachverständiger vernommen worden. Auf die Aussagen des Sachverständigen zum Protokoll vom 21. März 1928 und auf sein schriftliches Gutachten vom 27. März 1928 wird Bezug genommen.

Entscheidungsgründe.

Der Berufung war der Erfolg nicht zu versagen. Die auf § 985 BGB. gestützte Klage ist schlüssig. Die eine Beklagte bestreitet zu Unrecht, gegebenenfalls zur Herausgabe verpflichtet zu sein. Sie ist als Inhaberin des Schlachtereibetriebes Mitbesitzerin der Kühlanlage. Von beiden Beklagten verlangt daher die Klägerin mit Recht gemäß § 985 BGB. die Herausgabe der im Klageantrag aufgezählten Anlageteile.

Die Klage ist auch in tatsächlicher Hinsicht begründet.

Der Kaufvertrag über die Kühlanlage sollte vereinbarungsgemäß erst mit der Bestätigung des Stammhauses der klagenden Firma zustandekommen. In dem Bestätigungsschreiben hat die Klägerin sich bis zur völligen Kaufpreiszahlung das alleinige Eigentumsrecht an der Anlage vorbehalten. Durch die stillschweigende Entgegennahme des Bestätigungsschreibens haben die Beklagten sich mit dem zur Vertragsbedingung gemachten Eigentumsvorbehalt der Klägerin einverstanden erklärt.

Da sie die vereinbarten Zahlungen nicht geleistet haben, ist die Klägerin gemäß § 455 Eigentümerin der gelieferten Anlageteile geblieben, soweit die Teile nicht zu wesentlichen Bestandteilen des Gebäudes und Grundstückes des einen Beklagten geworden sind.

Mit Ausnahme des Soleförderers und der zur Ventilationseinrichtung gehörenden Luftkanäle sind die mit der Klage herausgebrachten einzelnen Teile nicht wesentliche Bestandteile des Gebäudes geworden. — Sie sind es weder gemäß § 93 BGB. noch durch feste Verbindung mit dem Gebäude, noch gemäß § 94, Absatz II BGB. durch Einfügung zur Herstellung des Schlachthauses geworden.

Nach § 93 BGB. sind wesentliche Bestandteile die Bestandteile einer Sache die voneinander nicht getrennt werden können, ohne die der eine oder der andere zerstört oder in seinem Wesen verändert wird.

Die einzelnen Teile der Kühlanlage stellen in ihrem Verhältnis zueinander selbständige Sachen dar, die zu einer zur Erreichung eines wirtschaftlichen Zweckes geschaffenen Sachgesamtheit zusammengebracht sind. Sie haben trotz dieser Zusammenbringung ihre körperliche Selbständigkeit bewahrt (RGZ. Bd. 67, Seite 45, Warn. 1919, Nr. 165, 1919 Nr. 45); soweit sie nicht mit dem Anbau, in dem sie sich befinden, darart verbunden sind, daß sie als wesentliche Bestandteile des Gebäudes anzusehen sind. Die von der Klägerin herausverlangten Teile sind nach der Augenscheinseinnahme des Gerichts und dem Gutachten des Sachverständigen mit Ausnahme des Soleförderers und der zur Ventilationseinrichtung gehörenden Luftkanäle nicht derart mit dem Gebäude verbunden, daß ihre Entfernung nicht ohne Zerstörung oder wesentliche Veränderung der Teile oder des Gebäudes geschehen kann. Nach dem Gutachten können sie von einem ungelernten Mann in wenigen Stunden ohne wesentliche Beschädigung des Gebäudes herausgenommen werden. Die Kosten des Ausbaues sind im Verhältnis zum Werte der ganzen Anlage nur geringfügig zu nennen.

Die Einzelteile sind auch nicht nach Maßgabe des § 94, Absatz II BGB. durch Einfügung zur Herstellung des Anbaues dessen wesentliche Bestandteile geworden. Die Eigenschaft eines wesentlichen Bestandteiles nach § 94, Abs. II kann zwar vorliegen, wenn sie auch nach § 93 BGB. nicht gegeben ist (RGZ. 90/201). Es muß sich dann aber um die Einfügung zur Herstellung des Gebäudes im engeren Sinne handeln. Von der Vorschrift des § 94, Abs. II werden daher in der Hauptsache die Fälle erfaßt, in denen Baumittelstücke wie Türen, Fenster und dergleichen zur Herstellung eines Bauwerkes eingefügt werden. Unerheblich ist die Tatsache, daß durch die Einfügung der Anlage in das Gebäude der wirtschaftliche Betrieb der Fleischkühlung, für den der Neubau errichtet worden ist, ermöglicht ist (R G i. J. W. 1911 S. 574 Nr. 4). Daß die Kühlanlage durch Einfügung zur Herstellung des Kühlanlagebaues im Sinne des § 94, Abs. II eingefügt ist, kann nur angenommen werden, wenn Anlage und Gebäude eine untrennbare Einheit und das Gebäude als Bauwerk durch die Verbindung mit der Anlage eine besondere Eigenart gewonnen hat (Siehe R G R K. zur Anmerkung 7 zu § 94, Abs. II BGB.). Das ist nach der Beweisaufnahme nicht der Fall. Mag man auch bei der Errichtung des Anbaues auf die Beschaffenheit der Kühlanlage Rücksicht genommen haben, so sind doch Anlage und Gebäude nicht besonders auf einander passend gearbeitet und ist in der Gliederung das eine nicht dem anderen angepaßt. (Siehe Anm. 7 in RGR. Komm. und die dort angeführte Rechtsprechung des Reichsgerichts), sondern der Bau ist so ausgeführt, daß er eine Kühlanlage in der bestellten Größe aufnehmen konnte, und die Anlage ist nach einer Preisliste bestellt. Es handelt sich also um eine katalogmäßig gelieferte Ware. Nach der Entfernung der verlangten Anlageteile läßt sich das Gebäude zu anderen Zwecken, insbesondere auch zur Einrichtung einer Natureiskühlung verwenden. Es ist weder die ganze Anlage nach § 94, Abs. II BGB. wesentlicher Bestandteil des dem einen Beklagten gehörenden Schlachthausanbaues, noch sind es die einzelnen vom Kläger verlangten Teile nach § 93 BGB. mit Ausnahme des Soleförderer und der Luftkanäle der Ventilationseinrichtung.

Die Teile, die nicht wesentliche Bestandteile geworden sind, kann die Klägerin gemäß § 985 BGB. in Verbindung mit § 455 BGB. herausverlangen.

Das angefochtene Urteil war daher, wie geschehen, anzuändern.«

Durch vorstehendes Urteil ist eine dankenswerte Klärung der Frage des Eigentumsvorbehalts an Kältemaschinen herbeigeführt und zum Schluß seien Richtlinien für den Wortlaut des Eigentumvorbehalts, wie sie bei den Beratungen über die allgemeinen Bedingungen des Maschinenbaues als zweckmäßig bezeichnet worden sind, angegeben:

A. Dem Lieferer verbleibt an dem gelieferten Gegenstande unbeschadet des früheren Gefahrüberganges bis zur vollen Befriedigung seiner Ansprüche das Eigentum. Bis dahin hat der Besteller den Liefergegenstand auf seine Kosten zu Gunsten des Lieferers gegen Feuer- und Wasserschäden zu versichern und dies dem Lieferer auf Verlangen nachzuweisen: auch hat er dem Lieferer und dessen Beauftragten das Betreten des Aufstellungsortes zu gestatten.

B. Der Besteller darf den Gegenstand weder veräußern noch belasten und muß im Falle einer Pfändung den Lieferer unverzüglich benachrichtigen.

C. Bei Zahlungsverzug des Bestellers ist der Lieferer berechtigt, entweder den Liefergegenstand ohne Verzicht auf seine Ansprüche bis zu deren Befriedigung wieder an sich zu nehmen oder vom Vertrage zurückzutreten. Bei der Fortnahme des Liefergegenstandes gehen alle Kosten, auch die einer erneuten Aufstellung, zu Lasten des Bestellers; beim Rücktritt hat der Besteller dem Lieferer neben der Entschädigung für Benutzung des Liefergegenstandes jede auch unverschuldete Wertminderung zu ersetzen.

D. Pfändung des Liefergegenstandes steht dem Lieferer frei; sie gilt nicht als Verzicht auf den Eigentumsvorbehalt. Bei Pfandverwertung verliert der Besteller das Recht auf Vertragserfüllung. (Siehe Drucksache der VDMA 1917 Nr. 5 S. 12).

Zeitschriftenbericht.

Wissenschaftliche Grundlagen.

Wärme- und Temperaturverlauf in Wänden von beliebiger Form. Dr. K. Lachmann. Zeitschrift Verein Deutscher Ingenieure. **72,** 1928, Heft 32, S. 1127.

Es wird ein einfaches Verfahren angegeben, das gestattet, die Wärmeströmung in Wänden beliebiger Form zeichnerisch zu ermitteln.

Die Meßeinrichtung zur Bestimmung des spez. Volumens von Kohlensäuredampf. (The design of equipment for measuring The specific volume of CO_2 vapor). Von C. H. Meyers. Refrigerating Engineering, Juni 1928.

Die Prüfung von Haushaltkühlanlagen. Testing domestic refrigerators). W. M. Timmermann und H. A. Whitesel. Refrigerating Engineering, Juni 1928.

Kältemaschinen.

Neuerungen im CO_2 Kältemaschinen (Recent improvements in CO_2 equipment) J. C. Goosmann und F. R. Zumbro. Refrigerating Engineering, **16,** Juli 1928.

Die Verfasser besprechen zunächst die verschiedenen Möglichkeiten des zweistufigen Arbeitens, wobei die Vorteile des »Dual« Prozesses nach Voorhees besonders hervorgehoben werden, bei dem mit einem Zylinder aus 2 Druckstufen angesaugt wird. Bemerkenswert ist, daß die Verfasser darauf hinweisen, daß die Vorgänge im Zylinder beim Arbeiten nach Voorhees nicht bekannt sind. (Es sei darauf hingewiesen, daß Dr. Ing. Haruhija Inokuti, Tokio, in einem ausgezeichneten Vortrage beim 5ten Internationalen Kongreß die Vorgänge völlig klargelegt hat. Ueber diese Arbeit wird berichtet werden. Die Schriftltg.) Die Verfasser bringen Zahlentafeln und Formeln über die beim Voorheesprozeß auftretenden Verhältnisse. Von Interesse dürfte die hier wiedergegebene Zeichnung eines CO_2 Verdichters sein, dessen Gehäuse aus einem einzigen Stück besteht. Die verschossenen Löcher am Boden des Gehäuses werden beim Ausbohren der Zylinder gebraucht, deren Achse leicht genau senkrecht zur Wellenachse gerichtet werden kann. Der Kolben ist sehr lang und gut geführt; in ihm sitzt das Saugventil. In der unteren Totlage gibt der Kolben den »Voorheesschlitz« frei, durch den der vom Hochdruckverdampfer kommende Ammoniakdampf in den Zylinder eintritt. Die Stopfbüchse der Welle hat eine Metallpackung und gegen den Druck des Niederdruckverdampfers abzudichten. Am linken Ende ist auf die Welle ein Rollenlager aufgesetzt, das achsiale Kraftkomponenten aufnimmt. Die kleine Oelpumpe links wird durch einen Mitnehmer von der Welle aus, die Hauptschmierpumpe durch Riemen von der Welle aus angetrieben. Abb. 2 zeigt ein automatisches Regelventil für den Dual effekt. Die

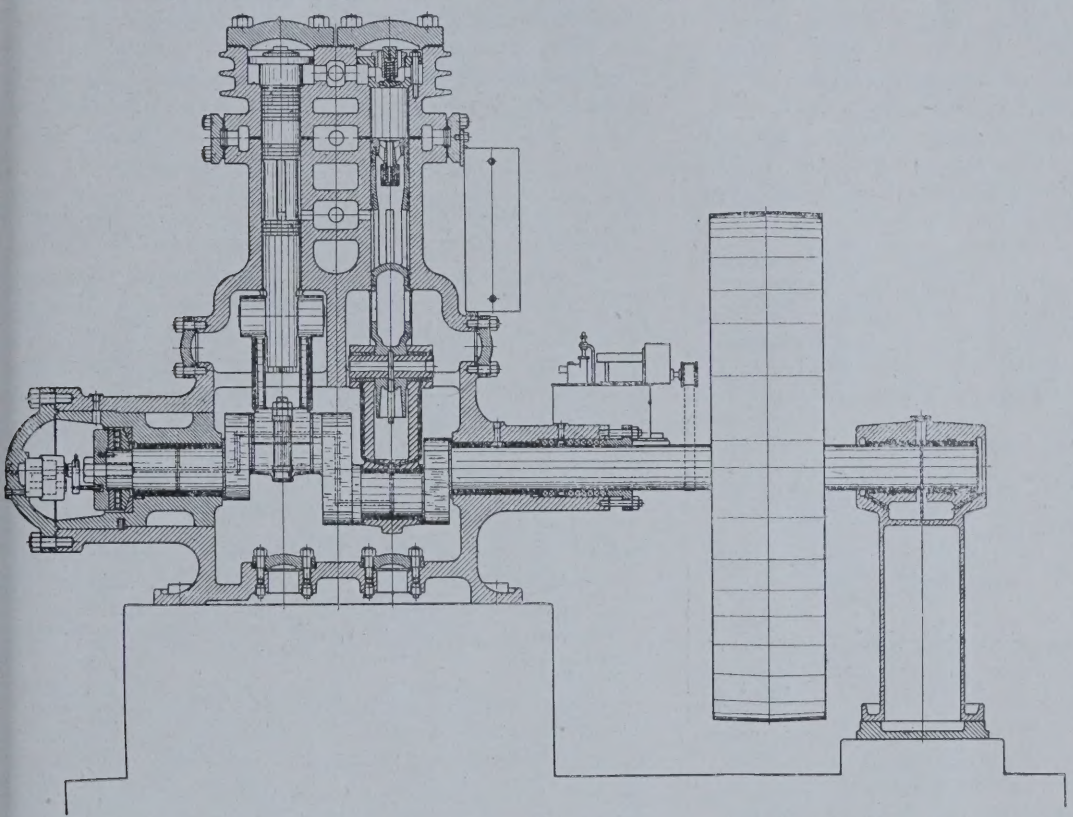


Abb. 1.

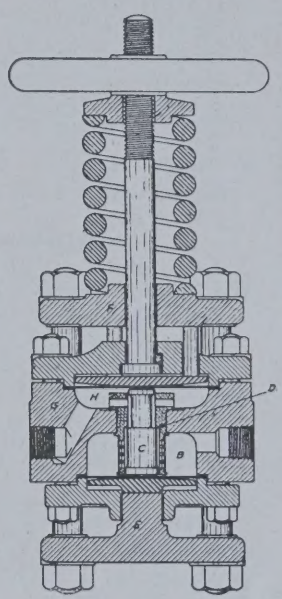


Abb. 2.

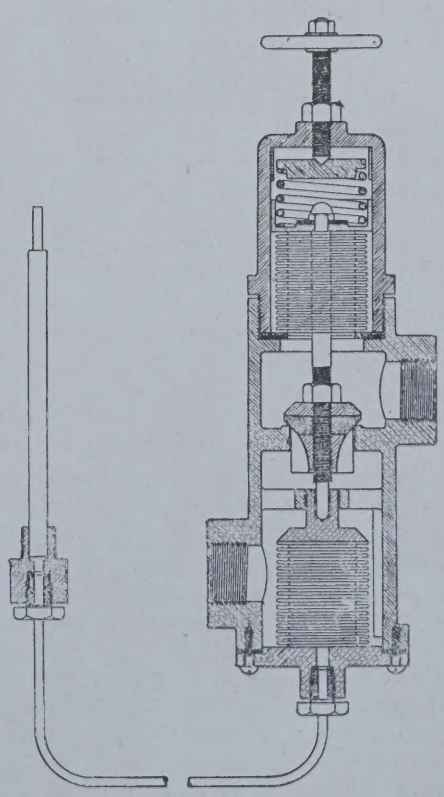


Abb. 3.

Flüssigkeit tritt bei B. mit höherem Druck ein, drückt die untere Membran nach unten, so daß sich der Körper C senkt und durch die Stelle D etwas Flüssigkeit nach oben, in die Niederdruckseite übertreten kann. Die obere Membran wird durch den in H vorhandenen Niederdruck etwas gehoben, wodurch C sich wieder hebt und die untere Membran entlastet wird. Die obere starke Feder dient zur Einstellung der Spannung der Membranen, die normalerweise so eingestellt sind, daß das Ventil zwischen ihnen schwebt. Abb. 3 zeigt einen Thermostaten der den Wasserzufluß zum Verflüssiger regelt, was bei CO_2 Maschinen erwünscht ist, damit beim Herunterkühlen (during normal shutdown periods) der Verflüssigungsdruck nicht gefährlich hoch wird. Ein mit sich stark ausdehnender Flüssigkeit gefülltes Rohr ist in dem vom Verflüssiger ablaufenden Kühlwasser angeordnet. Bei steigender Temperatur wird durch die Flüssigkeit der untere Balg ausgedehnt und das Ventil gehoben, also mehr Wasser durchgelassen. Der obere Balg gestattet es, ohne Stopfbüchse auszukommen und nimmt zusammen mit der Feder den Wasserdruck auf.

Kälteverwendung.

Die neuen Fischereien. Eine alte Industrie durch die Kältetechnik erneuert. (The New fisheries. An ancient industry re-created by refrigeration) Harden F. Tayler. Refrigerating Engineering, **16,** Juni 1928.

Nach einleitenden Bemerkungen wird ein neues, sehr interessantes Verfahren zum Schnellgefrieren von Fischen beschrieben. Die gefangenen Fische werden auf dem Fischdampfer mit Eis auf 0^0 C und ein wenig darunter gekühlt, an Land zerlegt und zu Filets zerschnitten. Diese werden in schwache Salzlösung getaucht und dann auf Aluminiumblöcke gelegt, die unten dünne Rippen haben. Die Blöcke werden so über eine Chlorcalciumsole von — 15^0 bis — 20^0 F = — 26 bis — 29^0 C geführt, daß die Rippen in die kalte Sole tauchen und die Kälte auf die Platten und die Filets übertragen wird, die innerhalb 40 Minuten vollständig gefrieren. In dieser Zeit sind die Platten über den Solebehältern hinweggeglitten und gelangen über einen Behälter mit Sole von 70^0 F = 21^0 C, wodurch die Platte soweit erwärmt wird, daß man die Filets von ihnen ablösen kann. Diese werden dann sortiert und durch Maschinen mit einer Leistungsfähigkeit von 30 Stück in der Minute verpackt und zwar in beiderseitig paraffiniertes Manilapapier. Die Verpackung eines jeden Filets wird dadurch verschlossen, daß die Maschine einen heißen Stempel an den Ueberdeckungsstellen auf das Papier drückt, wodurch das Paraffin an dieser Stelle schmilzt und das Papier zusammenklebt. Die eingewickelten Filets werden in Kisten von 15 lbs = 7 kg Inhalt verpackt, die mit undurchlässigem Papier ausgelegt sind. Durch diese sorgfältige Verpackung werden die Gewichtsverluste durch Verdunsten aufs äußerste beschränkt, und auch die Aufnahme von Gerüchen aus der Umgebung wird wirksam verhindert. Alle Fugen der Kiste werden mit gummierten Streifen verklebt. Die Kiste kommt auf 48 Stunden in einen Raum von — 18 bis — 14^0 C und wird dann versandt oder lagert nach Bedarf längere Zeit, ohne daß Veränderungen am Fischfleisch auftreten. Man hat versucht, die Kisten in Wagen zu verfrachten, die mit Kohlensäureeis gekühlt waren, doch war das Verfahren zu teuer und auch sonst nicht befriedigend. Nach zufriedenstellenden Versuchen baut man jetzt 25 Kühlwagen mit Adsorptionsmaschinen, die mit Silika-Gel und SO_2 arbeiten und durch Gas beheizt werden. Man hat mit ihnen 9 Tage lang Temperaturen von — 9^0 C aufrecht erhalten. Die Maschinen arbeiten automatisch. Der Kleinhändler hält die Filets bis zum Verkauf gefroren, und auch die Hausfrau erhält sie gefroren und vollkommen unverändert. Krause.

Kälteverwendung

Die Auswertung der Kohle. Otto Huppart. Zeitschrift des Vereins D. Ingenieure, Heft 28, 1928.

Unsere Leser interessieren besonders die Kapitel »Die Ammoniaksynthese« nach Haber und Bosch (200 at und 500 bis 600^0), nach Claude (1000 at) und Casale (750 at), sowie »die Herstellung von Wasserstoff aus Koksofengas durch Tiefkühlung nach Brown-Linde-Concordia«. (Vergl. diese Zeitschrift, 1927, S. 221.)

Wärmeschutz

Neues Verfahren zur graphischen Bestimmung von Wärmeverlusten. E. Borschke. Veröffentlichungen aus dem Arbeitsgebiet der Deutschen Prioformwerke, Bohlander & Co., Köln, Heft 6, März 1928.

Die Oberflächentemperatur wird zunächst geschätzt. Der Wärmeverlust wird aus dem Wärmedurchgang durch die Isolierung ermittelt. Aus der Gleichung für die Wärmeabgabe an die Umgebung folgt die Temperatur der Oberfläche. Mit dem neuen Wert wird die Rechnung wiederholt. Ein Nomogramm wird entwickelt und dargestellt.

Graphisches Verfahren zur Ermittlung der wirtschaftlichsten Isolierstärke für Rohrleitungen und ebene Wände. E. Borschke. Veröffentlichungen aus dem Arbeitsgebiete der Deutschen Prioformwerke, Bohlander & Co., Köln. Heft 5, Januar 1928.

Bücherbericht.

Dr.-Ing. J. S. Cammerer. Der Wärme- und Kälteschutz in der Industrie. Berlin, Verlag von Julius Springer, 276 S., 94 Abb., Preis gebunden 21,50 RM.

Der Verfasser ist den Lesern unserer Zeitschrift wohlbekannt. An dem regen geistigen Leben, das heute in Wissenschaft und Technik des Wärmeschutzes herrscht, hat er reichen Anteil und manche Fortschritte sind seinen Anregungen und Ausführungen zu verdanken. War er vor kurzem mit einem kleinen interessanten Büchlein[1]) an die Oeffentlichkeit getreten, so bietet er heute ein umfangreiches Werk, das als Lehrbuch der Isoliertechnik bezeichnet werden kann. Die Ausführungen gliedern sich in 2 Teile. Der erste behandelt zunächst die Grundlagen

[1]) Siehe Heft 2, 1928.

der Wärme- und Kälteschutztechnik, also die Gesetze des Wärmeüberganges, der Wärmeleitung und des Wärmedurchganges in ihren verwickelten Abhängigkeiten und Zusammenhängen, die Berechnung der stationären und der nicht stationären Wärmeströmung und der Wärmespeicherung. Ferner werden die verschiedenen Rohstoffe, die zum Wärmeschutz verwendet werden, genannt und z. T. in schönen Mikrophotographien gezeigt. Die verschiedenen durch den Rohstoff bedingten Konstruktionen werden beschrieben und ihre Vor- und Nachteile angegeben. Die Kapitel sind sprachlich sehr gedrängt und enthalten auf wenigen Seiten alles Notwendige in anerkennenswert objektiver Darstellung. Auf die Ausführung der Flanschenkappen und die Isolierung senkrechter, sehr langer, vibrierender Rohre wird besonders eingegangen. Sehr ausführlich werden die zahlenmäßigen Werte der wichtigsten wärmeschutztechnischen Größen behandelt, die in vielen Zahlentafeln und Schaubildern gegeben werden. Hier werden auch die Einflüsse von Raumgewicht, Porösität, Korngröße, Feuchtigkeit und Temperatur auf die Wärmeleitzahl dargetan. In dem Abschnitt Meßtechnik wird auf den Plattenapparat von Poensgen und auf das Versuchsrohr von van Rinsum, vor allem aber auf den Wärmeflußmesser von Schmidt und den Wärmeschutzprüfer Bayer nach Hencky eingegangen, von denen die beiden letzten die Nachprüfung ausgeführter Anlagen gestatten. Es ist außerordentlich dankenswert, daß der Verfasser hier eindringlich auf die Besonderheiten dieser Vorrichtungen und die Vorsichtsmaßregeln hinweist, die bei der Verwendung der Apparate zu beachten sind. Hier, wie im Abschnitt »Technik der Temperaturmessung« zeigt sich der erfahrene Praktiker.

Während der erste Teil mehr den forschenden und messenden Physiker interessiert, bringt der zweite Teil »die Berechnung und Anwendung des Wärme- und Kälteschutzes in der Industrie«, wendet sich also unmittelbar an den projektierenden Ingenieur. Die Wärmeverluste nackter Rohrleitungen können einem Schaubild entnommen werden, haben aber praktisch kein großes Interesse. Wichtiger ist die Berechnung der Wärmeverluste isolierter Leitungen, die mit Hilfe fein gestufter Zahlentafeln für jeden Rohrdurchmesser und jede Wärmeleitzahl rasch bestimmt werden können. Dabei ist es leicht, mittels Hilfstafeln den Einfluß des Windes und der Temperatur zu bestimmen. Bei unterbrochenem Betriebe ist die in der Isolierung gespeicherte Wärme zu beachten, die einer Zahlentafel entnommen werden kann, so daß man leicht die Wärmeverluste auch hier bestimmen kann.

Für die Bemessung der Isolierungsstärke können verschiedene Gesichtspunkte maßgebend sein, wie die Vermeidung der Kondensatbildung bei Dampfleitung, der zulässige Temperaturabfall, die Gefahr des Einfrierens von Wasserleitungen, die Gefahr der Schwitzwasserbildung auf der Oberfläche. Für alle diese Fälle werden die Angaben in übersichtlicher Weise gegeben.

Sehr oft wird man die wirtschaftlichste Isolierstärke suchen müssen, d. h. diejenige, bei der die Summen von Verzinsung, Armortisation und Kosten der Wärmeverluste ein Minimum werden. Auch hierfür werden ausführliche Zahlentafeln gegeben, die diese an sich schwierige Rechnung überaus erleichtert. Der technische Teil wird abgeschlossen durch Betrachtungen über die Verbesserung vorhandener Isolierungen und Beeinflussung der Gesamtwärmeverluste von Dampfleitungen für Heizzwecke durch die Wahl der Dampfart.

Der letzte Teil des Textes beschäftigt sich mit den Forderungen, die man bei Vergebung von Wärmeschutzanlagen stellen soll, ein Kapitel, das von allen die größere Aufträge zu vergeben haben, sorgfältig gelesen werden sollte. Der Anhang enthält sehr viele nützliche Zahlentafeln und ein eingehendes Literaturverzeichnis.

Das Buch ist jedem warm zu empfehlen, der sich über Theorie und Praxis der Isoliertechnik unterrichten will und diesbezügliche Rechnungen auszuführen hat. Es bietet dem Theoretiker wie dem Praktiker sehr viel. Krause.

Grünzweig & Hartmann. Wärme- und Kälteverluste isolierter Rohrleitungen und Wände. Berlin, Verlag von Julius Springer. 269 Seiten. Preis gebunden RM. 16,—,

Die Berechnung der Kälte- oder Wärmeverluste eines Rohrleitungssystems oder eines Gebäudes ist eine wichtige und überaus häufige Aufgabe. Es ist daher zu begrüßen, daß die wissenschaftliche Abteilung der herausgebenden Firma unter Leitung des Dr.-Ing. W. Jürges ausführliche Zahlentafeln für diese Berechnungen ausgearbeitet hat. Nach einer knapp gehaltenen Darlegung der theoretischen Grundlagen geben

Tabelle 1: die stündlichen Wärme- und Kälteverluste von Rohrleitungen in kcal/lfdm. Sie umfaßt Rohrdurchmesser von 50 bis 500 mm, Innentemperaturen von —40 bis +1000° C, Wärmeleitzahlen des Schutzstoffes von 0,020 bis 0,200 kcal/m °C h unter Voraussetzung einer Raumtemperatur von +20° C (226 S.)

Tabelle 2: die stündlichen Wärmeverluste geheizter Räume (Kanäle). 6 S.

Tabelle 3: die stündlichen Kälteverluste von gekühlten Räumen in kcal/m² für Außentemperaturen von +10° C, Mauerstärken von 12 bis 51 cm, Innentemperaturen von —20 bis +5°, Wärmeleitzahlen 0,02 bis 0,06 und Isolierstärken von 10 bis 250 mm. Die Wahl der Außentemperatur von +10° C erscheint nicht ganz glücklich, da die Kälteberechnung einer Anlage für die heißeste Jahrestemperatur, also für 20° C und höher, durchgeführt werden muß.

Tabelle 4: die Vergrößerung der Wärmeverluste von Rohrleitungen durch Windanfall (5 m/sec.)

Tabelle 5: Wärmeübergangszahl α an einer ebenen Wand, abhängig von der Geschwindigkeit.

Tabelle 6: Temperaturfaktor der Strahlung. Es folgen einige Kurven von Uebergangszahlen und dergl. schließlich

Tabelle 7: die natürlichen Logarithmen von 1 bis 5000.

Der Benutzer des Buches wird für die umfangreiche und sorgfältige Arbeit dem Herausgeber sehr dankbar sein, da ihm viel Arbeit erspart wird.

Krause.

Wärme- und Kälteschutz in Wissenschaft und Praxis. Herausgegeben von den Deutschen Prioform-Werken Bohlander & Co., G. m. b. H., Köln am Rhein 1928. 186 Seiten, 37 Tafeln, 46 Abbildungen.

Weit über ihr ursprüngliches Anwendungsgebiet hinaus ist die künstliche Kälte heute als Produktionsmittel in alle Industrien eingedrungen. Besonders in den letzten Jahren hat die chemische Industrie zur Durchführung vieler Prozesse Großanlagen errichtet. Die Glaubersalzgefrieranlage der Kali-Industrie A.-G., Kassel, die in der Literatur mehrfach erwähnt ist (Z. 1925, Z. d. V. d. I. 1927) arbeitet z. B. heute mit einem Ammoniak-Turbokompressor von 6—8 Millionen kcal/h und einem elektrisch angetriebenen Kolbenkompressor, dessen beide Seiten zweistufig sind und je $3 - 4 \times 10^6$ kcal/h leisten.

Solche Großanlagen bedingen ein umfangreiches Rohrleitungsnetz, dessen Isolierung bei den großen Querschnitten und Entfernungen besonders sorgfältig durchgebildet werden muß. Aber noch mehr bei den mittleren und kleineren Anlagen hängt die Wirtschaftlichkeit nicht zuletzt von den Kälteverlusten durch Leitung und Einstrahlung in das Netz der Rohre und Behälter ab.

Das Studium der technisch-wissenschaftlichen Fragen des Wärme- und Kälteschutzes hat in den letzten Jahren außerordentliche Fortschritte gemacht. Auch die Praxis hat heute vielmehr als früher die Bedeutung der Ersparnismöglichkeiten des Betriebes durch richtige Anwendung von Schutzisolierungen erkannt.

Das vorliegende Werk behandelt in klarer und übersichtlicher Stoffeinteilung zunächst die theoretischen Grundlagen und geltenden Gesetze von Wärmeleitung, Wärmeübergang, Wärmestrahlung. Bei den mathematischen Darstellungen fällt die eindeutige Beifügung aller Dimensionen angenehm auf. In dieser Einleitung wird nur das für das Verständnis des Buches Erforderliche gebracht und für das weitgehende Studium ausführlich auf Literatur verwiesen. In einer späteren Anlage dürfte sich die Entwicklung des Begriffes des Wärmewiderstandes empfehlen und die Darstellung seiner Analogie mit dem elektrischen Widerstand im Ohm'schen Gesetz.

Es folgt dann der Hauptteil des Werkes: Die Berechnung von Wärme- und Kälte-Schutzanlagen, wobei die Berechnung der verschiedenen praktischen Fälle durch Zahlenbeispiele ausreichend erläutert wird. Die beigegebenen Zahlentafeln erleichtern die Rechnung bei der Projektierung von Neuanlagen sehr. Erfreulicherweise ist auf die Entwicklung allgemein gültig sein sollender, umfangreicher Formeln verzichtet worden. Dagegen wird das vereinfachte Rechnungsverfahren von Borschke eingehend erläutert, das dem in der Praxis tätigen Ingenieur besonders durch die Beifügung der graphischen Darstellung, von großem Nutzen sein wird.

Bei der Behandlung des Begriffes der Wärmeersparniszahl dürfte noch auf die völlige Ungeeignetheit dieser Zahlengröße als Maßstab für die Beurteilung von Isolierungen hingewiesen werden, weil schon die Ermittlung des gesamten Wärmeverlustes einer isolierten Anlage von vielen anderen Faktoren, außer von der Isolierung abhängt, und diejenige der nackten Rohrleitung kaum genau feststellbar, viel weniger nachprüfbar ist.

Eindeutig wird im Abschnitt: Prüfung von Wärme- und Kälteschutzanlagen auf den allein ausschlaggebenden Begriff der Wärmeleitfähigkeit der Isolierung hingewiesen. Alle anderen Begriffe, die zur Beurteilung noch dann und wann benutzt werden, sind daraus abgeleitet und ihre Genauigkeit genügt keinesfalls den Ansprüchen der Betriebe. Die regelmäßige Nachprüfung der Wärmeleitzahlen mit dem Wärmeflußmesser, dessen Handhabung besonders bei Verwendung registrierender Millivoltmeter und Differenzialschaltung der Thermoelemente für die Temperatur bei einiger Uebung sehr einfach ist, ist heute in gut geleiteten Betrieben schon selbstverständlich geworden.

Ein breiter Raum wird sodann der Schilderung der Isolierverfahren gewidmet, wobei auf die Ueberlegenheit der Pulverstoffe gegenüber den plastischen Massen hingewiesen wird und die Strahlungs- und Trockenstopfverfahren eingehend behandelt werden.

Den Schluß des Werkes bildet eine eingehende Darstellung der Vorkommen, Eigenschaften, Gewinnung und Aufbereitung der verschiedenen Isoliermaterialien wie Gips, Asbest, Kieselgur, Kork, Glasgespinst usw., die für den Ingenieur der Verbraucher-Industrie von besonderem Interesse ist.

Die außerordentliche Fülle des behandelten Stoffes, die sorgfältige objektive Durchdringung aller mit Wärme- und Kälteschutz zusammenhängenden Fragen, die Klarheit und Uebersichtlichkeit der Darstellung geben dem Werk einen hohen wissenschaftlichen und praktischen Wert und der schaffende Ingenieur wird sich seiner mit Freude bedienen. Lu.

Patentberichte.

Anmeldungen.

17a, 4. W. 77779. Rudolf Walzer, Ravensburg, Herrenstr. 36. Automatischer Regler für Kompressionskältemaschinen. 22. 11. 27.

17b, 2. F. 63075. A. Freundlich, Maschinenfabrik, Düsseldorf 60. Einrichtung zur Erzeugung von Klareis mittels Einblasen von Luft. 19. 2. 27.

17d, 5. M. 103378. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G., Nürnberg 24. Kondensationspumpwerk für abwechselnden Betrieb mit Frischwasser oder mit rückgekühltem Wasser. 3. 2. 28.

17g, 4. U. 9303. Union Générale Coopérative, Paris; Vertr: E. Lamberts, Pat.-Anw. Berlin SW. 61. Verfahren zum Transport und zur Aufbewahrung flüssiger Gase. 19. 5. 26. Frankreich 20. 5. 25.

17g, 4. 66205. Hans Graeber, Bochum, Rechener Str. 11. Transportgefäß für flüssige Gase. 9. 1. 26.

17a, 4. W. 74751. Wilhelm Weckerle, Zuffenhausen-Stuttgart, Jägerstr. 47. Regel-Einrichtung für den Kreislauf des Kältemittels bei Kältemaschinen; Zus. z. Anm. W. 71090. 12. 1. 27.

Erteilungen.

17d, 1. 464606. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G., Nürnberg. Wärmeaustauschvorrichtung. 19. 2. 28. M. 103523.

17b, 2. 465097. A. Freundlich, Maschinenfabrik, Düsseldorf. Eiszelle. 28. 1. 26. F. 60749.

17b, 6. 464940. Martin Lorkoswki, Bad Oberingk. Handhabe zum Ausheben von Speiseeis aus dem Gefrierbehälter. 20. 10. 27. L. 69978.

17f, 11. 464941. Eugen Haber, Berlin-Charlottenburg, Droysenstr. 18. Mit Kreuzstrom arbeitender Luftvorwärmer. 3. 10. 25. H. 103760.

Löschungen.

17d, 483330
17e, 408295
Die Löschung der Patente 17g 362883 und 366545 ist aufgehoben.

Gebrauchsmuster

Eintragungen.

17a. 1040328. Akt.-Ges. der Maschinenfabriken Escher Wyß & Cie., Zürich; Vertreter: H. Nähler, Dipl.-Ing. Vorwerk, Pat.-Anwälte, Berlin SW. 11. Zwischenbehälter für Kälteanlagen mit mehrstufigem Verdichter. 18. 6. 28. A. 48120. Schweiz 1. 10. 27.

17b. 1040825. Firma A. Freundlich Düsseldorf. Einrichtung zur Erzeugung von Klareis mittels Einblasen von Luft. 11. 11. 26. F. 53615.

17a. 1041361. Robert Wahl, Balingen, Württ. Absperrventil für das Kältemedium in Kühlmaschinen. 26. 6. 28. W. 81568.

17a. 1041269. Waggon- und Maschinenbau Akt.-Ges. Görlitz, Görlitz. Druckventil für Verdichter. 20. 7. 28. W. 81793.

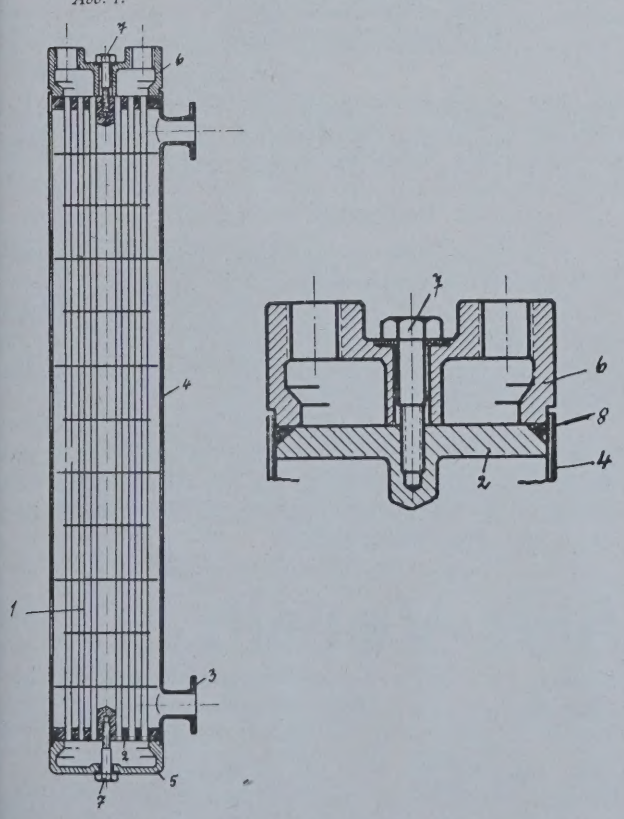
17c. 1041344. Max Hofmann, Plauen i. V., Ziegelstraße 40. Eistransportkasten. 8. 6. 28. H. 121844.

17f. 1041554. Atlas-Werke Akt.-Ges., Bremen, Stephanikirchenweide 16—19. Rohrschlangenanordnung für Wärmeaustauschvorrichtungen. 17. 7. 28. A. 48370.

Auszüge aus den Patentschriften

17f, 11. 455062. Wärmeaustauschvorrichtung. Zimmermann & Weyel G. m. b. H in Ludwigshafen a. Rh. Patentiert vom 3. November 1925 ab.

Abb. 1.



Patentanspruch:

Wärmeaustauschvorrichtung, bestehend aus einem Gehäuse, einem in Rohrböden befestigten Rohrbündel, das mit den Rohrböden im Gehäuse sich verschieben kann und durch Anschluss- bzw. Umkehrhauben abgeschlossen ist, die mittels Schrauben gegen die Rohrböden gepreßt werden, dadurch gekennzeichnet, daß in dem als flanschloses Rohr ausgebildeten Gehäuse die Abdichtung der Rohrböden und der Hauben durch Anziehen der Schrauben (7) in der Weise bewirkt wird, daß die Dichtungspackung (8) acksial zusammengedrückt und Radial an die Innenwandungdes Gehäuses gepreßt wird.

17a, 13. 455181. Verdampfer für Kühlanlagen. Carl Hochherz in Ausgsburg. Patentiert vom 28. November 1925 ab.

Patentansprüche:

I. Verdampfer für Kühlanlagen, gekennzeichnet durch schräg zur Wagerechten liegende Kühlmittelröhren mit Kühlrippen, von denen die in einer Ebene liegenden zur Abführung des Tauwassers geschlossene Flächen bilden.

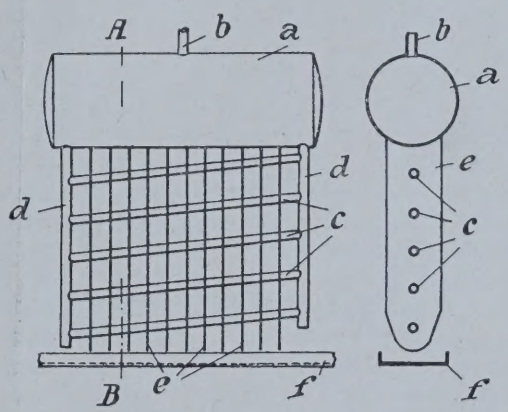


Abb. 3

17a, 8. 455594. Verfahren zum Betriebe von Absorptionskältemaschinen. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag in Stockholm. Patentiert vom 13. Oktober 1926 ab.

Die Erfindung bezweckt eine wirksame Rückkühlung der im Kocher erhitzten armen Lösung und erreicht dies dadurch, daß die arme Lösung vor ihrem Eintritt in den Absorber kräftig abgekühlt wird durch das aus dem Verdampfer nach dem Absorber strömende Kältegemisch aus verdampften Kältemittel und Hilfsgas.

Die Niederkühlung der armen Lösung ist besonders zweckmässig, wenn das zur Kühlung der Anlage zur Verfügung stehende Kühlwasser höhere Temperaturen hat. In diesem Falle hat es sich auch als zweckmäßig erwiesen, das Kühlwasser nicht zuerst durch den Absorber zu schicken, sondern zuerst durch den Kondensator und erst dann zum Absorber, und zwar zu dessen oberen Teil, wie dies in Abbildung 1 dargestellt ist.

Patentansprüche:

I. Verfahren zum Betriebe von Absorptionskältemaschinen, insbesondere solchen, in denen ein druckausgleichendes Hilfsgas umläuft, dadurch gekennzeichnet, daß die arme Lösung vor ihrem Eintritt in den Absorber (a) mit Hilfe des aus dem Verdampfer (g) zum Absorber hinübertretenden reichen Gasgemisches gekühlt wird.

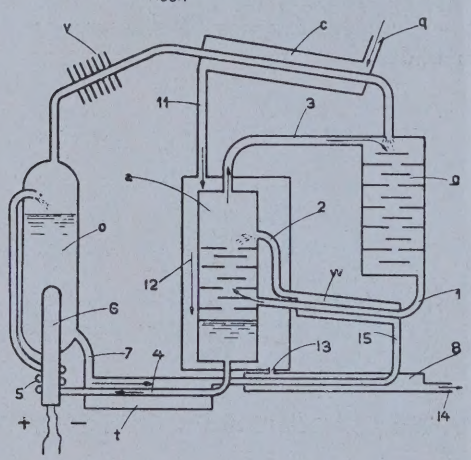
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zugleich mit der armen Lösung auch

das arme Gas vor seinem Eintritt in den Verdampfer durch das aus dem Verdampfer zum Absorber strömende kalte reiche Gasgemisch gekühlt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 bzw. 2. insbesondere bei Verwendung von Kühlwasser mit höheren Temperaturen, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlwasser zuerst zum Kondensator (c) und erst dann zum Absorber, und zwar zu dessen oberem Teil geführt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die arme Lösung zunächst in an sich bekannter Weise durch die vom Absorber kommende reiche Lösung abgekühlt, alsdann einer weiteren Abkühlung durch Kühlwasser und schliesslich einer Tiefkühlung durch das vom Verdampfer zum Absorber strömende reiche Gasgemisch unterworfen wird.

Abb. 1



17a, 16. 456102. Schmiermittel für Kompressoren von Kältemaschinen, Gebrüder Bayer in Augsburg. Patentiert im Deutschen Reiche vom 26. August 1926 ab.

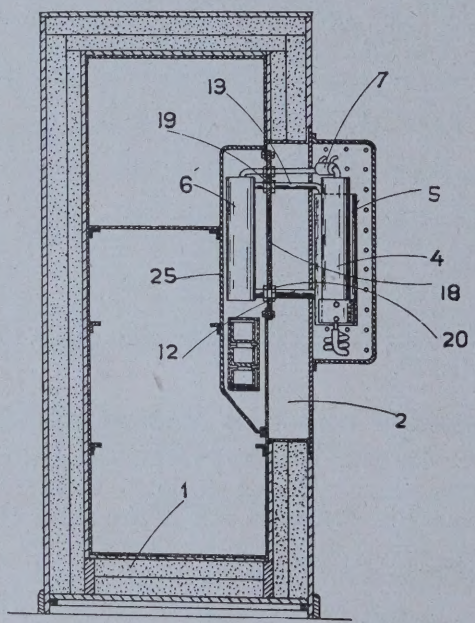
Patent-Anspruch:

Schmiermittel für Kompressoren von Kältemaschinen, das spezifisch schwerer ist als das flüssige Kältemittel, dadurch gekennzeichnet, daß dem als eigentliches Schmiermittel benutzen Ausgangsstoff, z. B. Glycerin, Stoffe zugesetzt sind, die wie beispielsweise Eisenchlorid, geeignet sind, das spezifische Gewicht von Schmiermittel und Zusatzstoff im Verhältnis zu demjenigen des Kältemittels hoch zu gestalten und die Oberflächenspannung zu vermindern.

17c, 3. 455878. Kühlschrank mit eingebautem Absorptionskälteerzeugungsapparat. Platen-Munters-Refrigerating System Aktiebolag in Stockholm. Von dem Patentsucher sind als die Erfinder angegeben worden: Baltzar Carl von Platen und Carl Georg Munters in Stockholm. Patentiert im Deutschen Reiche vom 5. November 1925 ab.

Patent-Anspruch

Kühlschrank mit eingebautem Absorptionskälteerzeugungsapparat, bei welchem der Absorber und der Verdampfer durch mindestens zwei Leitungen, in denen das Arbeitsmittel umläuft, miteinander fest verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß diese Leitungen mit einer metallischen Tragplatte verbunden sind, die am Kühlschrank befestigt ist und gleichzeitig als Befestigung für einen den Verdampfer umgebenden Kühlkörper, z. B. einen Solebehälter, dient bzw. ein Stück desselben bildet.



17a, 6. 456567. Vakuumkältemaschine. Dr. Peter Schlumbohm in Berlin. Patentiert im Deutschen Reiche vom 26. Januar 1927 ab.

Patentansprüche:

1. Vakuumkältemaschine, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbrennungswärme eines Teiles des Kältemittels die Kraft für den Antrieb einer Pumpe liefert, welch letztere den Unterdruck für die zur Kälteerzeugung dienende Verdampfung eines anderen Teiles des Kältemittels hervorruft.

2. Vakuumkältemaschine nach Anspruch I, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdampfer abschaltbar und die Saugleitung der Pumpe mit der Atmosphäre verbindbar ist, so die atmosphärische Luft auf Ueberdruck gebracht werden kann.

Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender: Geh.-Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. **H. Lorenz** Technische Hochschule Danzig

Schriftführer: **A. Kaufmann,** Oberingenieur Berlin W 35, Blumeshof 14/I

Schatzmeister: **E. Brandt,** Direktor Berlin-Hermsdorf, Waldseestraße 5 Postscheck-Konto Berlin Nr. 148122

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Ober-Reg.-Rat Prof. Dr. **Fr. Henning,** Berlin.
Arbeitsabtlg. II: Für Bau u. Lieferung von Maschinen, Apparaten. Obmann: Direktor Dipl.-Ing. **O. Hippenmeyer,** Wiesbaden
Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis. Obmann: Veterinärrat Direktor **Dr. Bützler,** Köln

Diesem Heft sind Prospekte der Firmen **C. A. Callm, Halle-Saale, Julius Springer, Berlin W 9, Dr.-Ing. Siller & Rodenkirchen, G. m. H., Rodenkirchen bei Köln,** beigefügt.

Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1893 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

Schriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W.
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

10. Heft **Berlin W. 9, im Oktober 1928** **35. Jahrgang**

Inhalt:

Abhandlungen, Vorträge, Berichte. Die Ammoniakaufsaugekältemaschine. Von Dr. K. Schreber, Aachen. S. 193. — Tiefste erreichbare Grenztemperaturen bei Absorptionsmaschinen mit Gasumlauf und Ammoniaklösung. Von K. Nesselmann. S. 197. — Wärmedurchgang in Ammoniakverflüssigern. Von Dipl.-Ing. M. Hirsch, Frankfurt a. M. S. 201. — Kohlensäureeis als Kühlmittel. S. 206. —

Bücherbericht. S. 207. — **Kleine Mitteilungen.** S. 209.

Patentberichte. S. 209.

Deutscher Kälte-Verein. S. 212. —

Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

Die Ammoniakaufsaugekältemaschine

Dr. K. Schreber, Aachen.

1) Aufgabe. Trotzdem die Aufsaugekältemaschine eine der ältesten Kältemaschinen überhaupt ist, ist sie wissenschaftlich noch recht wenig durchgearbeitet.

Daß der dem Kocher zugeführte Heizdampf und seine Temperatur die Quelle des ganzen Betriebes ist, ist selbstverständlich. Wie aber diese Quelle ausgenutzt wird, welches die mit einander gekuppelten Energieumsetzungen sind, darüber herrscht zur Zeit noch rechte Dunkelheit. Einen ersten Schritt, diese Dunkelheit aufzuhellen, hat im vorigen Jahr E. Wirth getan.[1])

Wie bei allen Kältemaschinen wird auch bei dieser die Kälte durch Wärme erzeugt. Dadurch daß sich Wärme von heißer auf atmosphärische Temperatur abkühlen kann, wird es ermöglicht, daß eine andere Wärme von kalter auf atmosphärische Temperatur gebracht wird.

Bei der gewöhnlichen Verdichterkältemaschine findet die Temperaturänderung von der heißen auf die atmosphärische in der Dampfmaschine statt, welche den Verdichter antreibt, und der Verdichter erwärmt dann, unter Rückverwandlung der in der Dampfmaschine gewonnenen Arbeit in Wärme, die aus der Sole oder dem Kühlgut kommende Wärme von ihrer kalten auf die atmosphärische Temperatur.

Wir müssen in der Aufsaugekältemaschine diese beiden Arten von Wärmebewegung und die damit verknüpfte Arbeitsbewegung wieder finden.

2) Der osmotische Druck. Um diese Aufgabe zu lösen, müssen wir uns eines Begriffes bedienen, mit welchem die physikalische Chemie schon seit Jahrzehnten zu rechnen gewöhnt ist, welcher aber in die Maschinentechnik noch wenig eingedrungen ist: des Begriffes des osmotischen Druckes.

Ist in einer Flüssigkeit z. B. Wasser ein Stoff z. B. Zucker gelöst, so kann man mit geeigneten Mitteln in dieser Lösung einen Druck nachweisen, welchen man den osmotischen Druck nennt. Man kann ihn in bequemer, wenn auch unvollkommener Weise mit Hülfe tierischer Häute sichtbar machen: Bindet man über die große Oeffnung eines Trichters eine Schweinsblase, füllt den Trichter mit Zuckerlösung, oder auch, um bessere Sichtbarkeit auf weite Strecken zu erreichen, mit einer Lösung von Kupfersulfat in Wasser, und stellt dann den Trichter mit der großen Oeffnung in ein Gefäß mit reinem Wasser, so steigt die Lösung in dem verlängerten Trichterrohr sehr hoch und zeigt damit an, daß in der Lösung ein Druck gegen die Haut wirkt, welcher dem hydrostatischen Druck der Lösung im Rohr entgegenwirkt. Messen kann man den osmotischen Druck mit dieser Vorrichtung nicht, weil die Haut unvollkommen ist. Man hat für diesen Zweck bessere Häute; z. B. die Haut, welche sich bei der Berührung der Lösungen von Kupfersulfat- und gelbem Blutlaugensalz bildet. Diese läßt das Wasser fast ungehindert durch sich hindurch, nicht aber Zucker. Man nennt eine solche Haut auswählend durchlässig, weil sie unter den Stoffen, welche an sie herankommen, eine Auswahl trifft: einige läßt sie durch, andere nicht; die genannte aus Ferrozyankupfer hält außer Zucker noch viele andere Stoffe zurück.

Mit einer solchen Haut und Zuckerlösung hat Pfeffer die ersten genauen Versuche über den osmotischen Druck angestellt, und van't Hoff hat aus diesen Beobachtungen hergeleitet, daß sich der osmotische Druck wie der Gasdruck verhält. Ist π der osmotische Druck, φ das Volumen der Lösung, ν die Zahl der im Volumen φ beim Druck π enthaltenen Molen, und T die Temperatur nach der Gasthermometerzählung, so ist

$$\pi \varphi = \nu R T,$$

wo R für gelöste Stoffe denselben Wert hat, wie für Gase.

Da man aus der Zustandsgleichung der Gase das Molekelgewicht eines zu untersuchenden Gases feststellen kann, so muß man auch das Molekelgewicht gelöster Stoffe mit Hülfe des osmotischen Druckes feststellen können. Die wichtigen Verfahren, welche die Physikochemiker hierfür ausgebildet haben, benützen die Aenderungen der Gefrier- und Siede-

[1]) E. Wirth: Wirtschaftlichkeit und neue Formen der Absorptions-Kältemaschinen. Schweizerische Bauzeitung 1927, II Seite 83.

punkte von Lösungen gegenüber denselben Punkten beim reinen Lösungsmittel.

In anschaulicher, wenn auch naturwissenschaftlich streng nicht zulässiger, weil vermenschlichender Weise, kann man den osmotischen Druck beschreiben, indem man sagt, jede Lösung sucht sich, wenn Lösungsmittel zugänglich ist, auszudehnen, ihren Gehalt an gelöstem Stoff in der Raumeinheit zu verringern; der osmotische Druck hat, wie der Gasdruck, das Bestreben auf einen schwächeren Wert zu kommen.

3) Lösungsmittel und gelöster Stoff. Ehe wir diesen Begriff zur Untersuchung der Aufsaugekältemaschine anwenden, müssen wir uns über die Verwendung der Wörter Lösungsmittel und gelöster Stoff einigen.

In der Sole ist das $CaCl_2$ der gelöste Stoff und das Wasser das Lösungsmittel. Darüber ist kein Zweifel. Wie aber ist es mit dem Stoffpaar Ammoniak und Wasser?

Auf dem Wege vom Kocher durch den Temperaturwechsler zum Aufsauger haben wir fast reines Wasser mit nur ganz wenig Ammoniak. Auf dem parallelen, aber entgegengesetzt durchströmten Wege vom Ansauger durch den Temperaturwechsler zum Kocher haben wir sehr viel Ammoniak und wenig Wasser. Als Lösungsmittel den Stoff bezeichnen zu wollen, welcher in größerer Menge vorhanden ist, führt also nicht zu einheitlicher Bezeichnung. Auch bei den Solen haben wir sehr häufig Mischungen, in denen der gelöste Stoff in gleicher oder gar in größerer Menge vorhanden ist, als das in der Mischung befindliche Wasser.

Wir müssen nach einem anderen Unterscheidungsmittel suchen.

Das finden wir, indem wir die Eigenschaften der Solen untersuchen: Dampfen wir eine Sole ein, so verschwindet das Lösungsmittel und der gelöste Stoff bleibt zurück. Das hängt damit zusammen daß der gelöste Stoff einen viel heißeren Siedepunkt hat als das Lösungsmittel.

Diese Erkenntnis verallgemeinern wir und legen fest: Bei gleichem z. B. atmosphärischem Druck hat das Lösungsmittel den kälteren, der gelöste Stoff den heißeren Siedepunkt, oder umgekehrt: bei gleicher Temperatur verdampft das Lösungsmittel leichter als der gelöste Stoff.

Die in den üblichen Solen gelösten Stoffe, haben bei atmosphärischer Temperatur überhaupt keinen merkbaren Dampfdruck, und ihr atmospärischer Siedepunkt ist so heiß, daß man ihn kaum festgestellt hat.

Wenden wir diese Festlegung auf die Mischung von Ammoniak und Wasser an, so haben wir in der Aufsaugekältemaschine eine Lösung von Wasser in Ammoniak.

Die übliche Bezeichnung, welche von einer Lösung von Ammoniak in Wasser spricht, steht im Widerspruch mit der Begriffsbildung bei den Solen und ist nur durch die Zufälligkeit entstanden, daß man Wasser überall bequem zur Hand hat.

Dadurch, daß man diese Tatsache nicht als Zufälligkeit erkannt hat, sind schon vielfach Hemmungen in der wissenschaftlichen Erkenntnis entstanden: So lange man die Gesetzmäßigkeiten der Siedepunkts- und Gefrierpunktsänderungen an wässrigen Lösungen suchte, hat man sie nicht gefunden; erst als man zu anderen Lösungsmitteln überging, hat man sie erkannt.

Wir müssen uns also auch hier, selbst wenn es der bisherigen lieb gewordenen Gewohnheit widerspricht und deshalb schwer fällt, daran gewöhnen, daß wir eine Lösung von Wasser in Ammoniak vor uns haben. Nur so können wir die für Lösungen gefundenen Sätze bequem in unserer Aufgabe verwenden.

Wir haben also auf dem Wege vom Aufsauger durch den Temperaturwechsler zum Kocher eine arme Lösung von Wasser in Ammoniak, also eine Lösung von schwachem osmotischen Druck. Es ist eben viel Ammoniak, viel Lösungsmittel, bezogen auf eine bestimmte Menge gelösten Stoff, vorhanden. Auf dem Wege vom Kocher durch den Temperaturwechsler zum Aufsauger haben wir dagegen eine sehr reiche Lösung von Wasser in Ammoniak; es ist bezogen auf den gelösten Stoff sehr wenig Lösungsmittel, vorhanden. Man kann diese Lösung vergleichen mit einer Lösung von Chlorkalzium in Wasser unmittelbar vor der Trocknung. Infolge dessen haben wir auch einen sehr starken, fast unendlich starken osmotischen Druck, welcher sich sehr schnell betätigen will, sehr schnell den Raumumfang der Lösung vergrößern, sehr schnell Lösungsmittel aufnehmen will. Der Ammoniakdampf, welcher mit der Lösung in Berührung kommt, wird sehr schnell aufgesaugt, der osmotische Druck schwächer.

Auf die Lösung von Wasser in Ammoniak darf man aber das van't Hoffsche Gesetz des osmotishen Druckes nicht ohne weiteres anwenden, weil die freie Oberfläche nicht, wie es bei dessen Aufstellung vorausgesetzt ist, vollkommen auswählend durchlässig ist. Es verdampft stets neben dem Ammoniak auch etwas Wasser. Der osmotische Druck ist schwächer als das van't Hoffsche Gesetz ergibt; vergl. oben den Vorlesungsversuch mit Schweinsblase.

4) Der osmotische Verdichter. Nachdem wir so die Grundbegriffe festgelegt haben, dürfen wir an unsere Aufgabe: den Vergleich der Aufsaugekältemaschine mit der Verdichterkältemaschine zu finden, herangehen.

Die in den Aufsauger gelangenden Ammoniakdämpfe werden durch den osmotischen Druck des Wassers in der ammoniakalischen Lösung mit ungeheurer Kraft verdichtet und in die Lösung hinein gepreßt. Der Raumumfang der Lösung bezogen auf die Mengeneinheit des gelösten Stoffes, Wasser, wird größer, der osmotische Druck schwächer. Wir haben den mit Arbeitsleistung verbundenen Vorgang des Ueberganges eines starken Druckes auf einen schwachen, wie beim Dehnungshub der Kraftmaschinen.

Die im Verdampfer aufgenommene Wärmemenge wird durch die Arbeit des osmotischen Druckes entsprechend dem Satz von Clausius von der kalten Temperatur des Verdampfers auf die warme Temperatur des Aufsaugers erwärmt und dabei gleichzeitig die hierzu nötige osmotische Arbeit in Wärme verwandelt. Es findet somit im Aufsauger eine große Häufung von Wärme statt, welche die Lösung sehr schnell auf ihren Siedepunkt erwärmen

würde, wenn wir nicht durch das Kühlwasser die Wärme ableiteten.[1])

Es mag für Leser, welchen der Begriff des osmotischen Druckes und seiner Arbeitsfähigkeit noch ungewohnt ist, auffallend erscheinen, daß durch Einleiten des bei seinem Siedepunkt, also Verdampfertemperatur, entstehenden Dampfes des Lösungsmittels, Ammoniak, in die Lösung der viel heißere Siedepunkt der Lösung erreicht werden kann. Trotzdem ist es so. Schon Faraday hat 1822 diese Tatsache erkannt und sie wird jetzt als Landsbergersches Heizverfahren in der physikalischen Chemie überall angewendet, indem man zur Molekelgewichtsbestimmung eines gelösten Stoffes nach dem Siedepunktsverfahren durch Einleiten des Dampfes des Lösungsmittels in die Lösung, sie bis auf ihren Siedepunkt erwärmt.

Im Aufsauger darf selbstverständlich der Siedepunkt der Lösung nicht erreicht werden. Im Gegenteil, man muß möglichst weit von ihm entfernt bleiben. Würde man ihn erreichen, dann würde ja das Lösungsmittel, das Ammoniak, aus der Lösung wieder verdampfen und man will ja hier keinen Ammoniakdampf erzeugen, sondern ihn vielmehr zu Flüssigkeit verdichten. Deshalb muß hier sämtliche entstehende Wärme sofort weggeschafft werden. Die Temperatur des Aufsaugers muß möglichst kalt gehalten werden.

Die Kühlschlange im Aufsauger hat die Kälteleistung und die zu ihrer Erwärmung bis auf die Aufsaugetemperatur nötige und sich dabei in Wärme verwandelnde osmotische Arbeit fortzuschaffen. Die Kühlschlange des Aufsaugers hat dieselbe Aufgabe wie die Kühlschlange des Verflüssigers der Verdichterkältemaschine.

Der Verdampfer und der Aufsauger mit seiner Kühlschlange ist also das, was man im üblichen technischen Sprachgebrauch als Kältemaschine bezeichnet. Der Aufsauger vereinigt Verdichter und Verflüssiger.

5) Die Ammoniakdampfmaschine. Nachdem wir die eigentliche Kältemaschine der Gesamtanlage erkannt haben, ist die Frage aufzuwerfen, woher bekommt der Aufsauger, richtiger die in ihm tätige Lösung, ihren starken osmotischen Druck, welcher die in ihm geleistete Arbeit: das Erwärmen der Kälteleistung von der kalten Temperatur der Sole bis auf die wärmere der Atmosphäre entwickelt?

Mag der unmittelbare Antrieb einer gewöhnlichen Kolbenverdichterkältemaschine sein, welcher er wolle, die Kraft kommt von einer Dampfmaschine. Eine solche muß also auch mit der Aufsaugekältemaschine verbunden sein, damit die Lösung unter Arbeitsleistung gegen den osmotischen Druck wieder eingedampft werden kann.

Ob man den Kocher durch unmittelbares Feuer heizt oder wie es gewöhnlich geschieht, durch Dampf, meistens sogar durch Abdampf, stets ist seine Temperatur die warme Temperatur einer Dampfmaschine, deren kalte Temperatur im Verflüssiger der Aufsaugekältemaschine gemessen werden muß. Die Arbeitsfähigkeit der mit dem Dampf zugeführten Wärme zwischen diesen beiden Temperaturen gibt die Arbeit, welche gegen den osmotischen Druck aufgewendet wird, um die Lösung von Wasser in Ammoniak einzudampfen, d. h. von ihrem Lösungsmittel zu befreien.

Wie oben gesagt, will der osmotische Druck, um auf schwächeren Wert zu gelangen, den Raumumfang der Lösung vergrößern. Hier im Kocher wird der Raumumfang verkleinert. Es muß also gegen dieses Bestreben des osmotischen Druckes Arbeit geleistet werden, genau wie in jedem Luftverdichter Arbeit aufgewendet wird, wenn man den schwachen Druck der angesaugten Luft auf den stärkeren der verdichteten Luft bringen will.

Das Eindampfen geschieht hier bis fast zur »Trockne«. Es bleibt der gelöste Stoff fast rein zurück. Er ist allerdings Wasser, also flüssig, und nicht wie z. B. beim Eindampfen von Sole ein trockenes Salz. Aber mit der durch diesen Unterschied bedingten Vorsicht darf man das Wort »Eindampfen bis zur Trockne« auch hier anwenden.

Da im Kessel Ammoniakdampf erzeugt und im Verflüssiger Ammoniakdampf verflüssigt wird, so ist die Dampfmaschine eine Ammoniakdampfmaschine. Sie unterscheidet sich aber von den üblichen Dampfmaschinen nicht nur dadurch, daß als Betriebsstoff nicht Wasser sondern Ammoniak gewählt ist, sondern auch in ihrer baulichen Durchführung ganz gewaltig: sie hat weder einen Zylinder mit Kolben noch eine Turbine; das entstehende Ammoniak arbeitet unmittelbar durch sein Entstehen ohne irgend welches Zwischenmittel gegen den osmotischen Druck.

In den gewöhnlichen Dampfmaschinen muß die vom Rost kommende Wärmeenergie zunächst im Kessel in Druckenergie umgewandelt werden, welche dann erst in mechanische Arbeit verwandelt werden kann. Gegen den osmotischen Druck wird die Arbeit unmittelbar geleistet, indem der mit seiner Verdampfungswärme beladene Ammoniakdampf bei seinem Durchgang durch die Oberfläche die nach Carnot-Clausius zur Leistung der Arbeit nötige

[1]) Im Gebrauch der Umgangssprache ist es ungewöhnlich, von einer Erwärmung oder Abkühlung einer Wärmemenge zu sprechen. Bei den gewöhnlichen thermodynamischen Maschinen, z. B. einer Dampfmaschine, wird im Kessel bei tiefer Temperatur Wärme aufgenommen und im Verflüssiger bei kalter Temperatur abgegeben. Man beschreibt diesen Vorgang mit den Worten: der Dampf hat sich abgekühlt.

Aber auch das Thermoelement ist eine thermodynamische Maschine. Von der Wärme, welche an der im heißen Raum befindlichen Lötstelle aufgenommen worden ist, wird ein Teil in Arbeit verwandelt, und der nicht verwandelte Teil wird an der kalten Lötstelle als Wärme an die Umgebung abgegeben.

Diese nicht verwandelte Wärme fließt durch den Draht von der warmen zur kalten Lötstelle. Hier kann man nicht sagen, der Träger der Wärme, der Draht, kühlt sich ab; denn dieser behält dauernd dieselben, wenn auch an verschiedenen Stellen seiner Länge verschiedene Temperatur. Hier bleibt nichts übrig als zu sagen, daß sich die durch den Draht fließende Wärme abkühlt.

Was hier das einzig Mögliche, ist auch dort das einzig Richtige.

Treibt man die thermodynamische Maschine in umgekehrter Richtung, so geht die Wärme von kalter zu warmer Temperatur, sie erwärmt sich.

Temperaturabkühlung erfährt. Diese Temperaturabkühlung ist gleich der von den Physikochemikern gemessene Siedepunktserwärmung, von welcher oben gesprochen wurde, hat aber das entgegengesetzte Vorzeichen.

Jedenfalls hat dieses Arbeiten ohne Zylinder mit Kolben oder Turbine das Erkennen des Kochers als Dampfmaschine sehr erschwert.

6) Prüfung an Versuchsergebnissen. Ob diese Beschreibung der Vorgänge in einer Ammoniakaufsaugekältemaschine berechtigt ist, läßt sich an Versuchergebnissen prüfen. Allerdings sind nur sehr wenig der veröffentlichten dazu zu verwenden, weil diese meist die vom Kühlwasser abgeführte Wärme durch eine einzige Zahl angeben, während nach der obigen Beschreibung die aus dem Aufsauger kommende Wärme eine andere Bedeutung hat als die aus dem Verflüssiger angeführte. Der einzige mir bekannte Bericht, welcher diese Ausführlichkeit besitzt, ist der über die Abnahme der Habermannschen Maschine, welchen Habermann selbst in Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1905 S. 1031 und Setefeld Z. ges. Kälteindust. 1905 S. 121 veröffentlicht.

Ich benutze die Zahlen von Habermann, ohne sie mit den neueren Werten über Verdampfungswärme usw. umgerechnet zu haben, da die dadurch erreichten Aenderungen doch innerhalb der Genauigkeit der Beobachtungen liegen.

Ist der Aufsauger die eigentliche Kältemaschine, so muß die aus ihm fortgeführte Wärme Q_a gleich sein der durch die osmotische Arbeit aus dem Verdampfer auf die Temperatur des Aufsaugers erwärmten Wärme, der sogenannten Kälteleistung der Maschine, Q_k, vermehrt um die in Wärmemaß gemessene osmotische Arbeit AL_a des Aufsaugers, welche sich bei der Erwärmung der Kälteleistung in Wärme verwandelt hat. Die Verhältnisse sind genau dieselben wie in einer Verdichterkältemaschine, bei welcher die Kälteleistung und die durch ihre Verwendung in Wärme umgewandelte Verdichterarbeit im Verflüssiger abgeführt werden.

Die eigentliche Kälteleistung Q_{k1} wurde gemessen, indem die Sole durch Dampf erwärmt und die von diesem Dampf abgegebene Wärme aus seiner Menge und seiner Erzeugungswärme berechnet wurde. Es wurde gefunden: $Q_{k1} = 97\,957$ kcal/h. Außerdem muß die osmotische Arbeit des Aufsaugers auch noch die Wärmemenge Q_{k2} auf die atmosphärische Temperatur erwärmen, welche in den Verdampfer von außen einstrahlt. Diese wurde zu $Q_{k2} = 3\,100$ kcal/h gemessen, sodaß also $Q_k = Q_{k1} + Q_{k2} = 101\,057$ kcal/h durch die osmotische Arbeit auf wärmere Temperatur gebracht werden müssen.

Unmittelbar durch das Kühlwasser wurden aus dem Aufsauger abgeführt $Q_{a1} = 127\,568$ kcal/h. Ferner strahlt von seiner Oberfläche in den Raum $Q_{a2} = 4\,374$ kcal/h. Der Aufsauger gibt also insgesamt ab $Q_a = Q_{a1} + Q_{a2} = 131\,942$ kcal/h.

Der Energiesatz verlangt, daß $Q_a - O_k = AL_a$ ist. Das ergibt

$$AL_a = 30\,885 \text{ kcal/h.}$$

Im Kocher, welcher nach der Beschreibung eine Ammoniakdampfkraftmaschine ist, wird durch den Heizdampf die Wärmemenge $Q_{h1} = 176\,070$ kcal/h zugeführt, von der aber $Q_{h2} = 8\,944$ kcal/h durch die Oberfläche nach außen ausstrahlen, sodaß für die Leistung der Dampfmaschine zur Verfügung stehen: $Q_h = Q_{h1} - Q_{h2} = 167\,121$ kcal/h.

Im Kühlwasser des Verflüssigers werden $Q_{f1} = 130\,195$ kcal/h abgeführt, von denen aber $Q_{f2} = 1\,700$ kcal/h von außen in den Verflüssiger eingestrahlt sind, sodaß der Ammoniakdampf nur $Q_f = Q_{f1} - Q_{f2} = 128\,495$ kcal/h dorthin gebracht hat.

Der Energiesatz verlangt, daß $Q_h - Q_f = AL_m$ ist. Das ergibt

$$AL_m = 38\,666 \text{ kcal/h.}$$

Die beiden gefundenen Werte für die Leistung des osmotischen Druckes sind einander so gleich, wie man das bei einem solchen Versuch nur verlangen kann. Wir dürfen in dieser Gleichheit die beste Bestätigung für die oben gegebene Beschreibung der Aufsaugekältemaschine sehen.

Habermann gibt in seinem Bericht noch ziemlich ausführlich die Wärmemengen, welche die bewegten Flüssigkeiten und der Ammoniakdampf mit sich herumführen. Sie lassen sich aber nicht einwandfrei für diese Berechnung verwerten und geben, selbst wenn man es versucht auch nur eine geringe Aenderung der Zahlen. Die Gleichheit beider osmotischen Leistungen bleibt mit derselben Genauigkeit bestehen.

Nehmen wir beide Zahlen für die Leistung als richtig an, so können wir jetzt sowohl die Leistungziffer ε der Kältemaschine wie auch den Wirkungsgrad η der Dampfmaschine errechnen. Man erhält

$$\varepsilon = \frac{97\,975}{30\,885} = 3{,}17; \qquad \eta = \frac{38\,666}{176\,070} = 0{,}22$$

Ehe man sich ein Urteil über diese Zahlen bildet, muß man die entsprechenden für einen zwischen denselben Temperaturen verlaufenden Carnotschen Umlauf berechnen. Das Ammoniak verdampft bei $-4{,}9^0$. Als Temperatur des Aufsaugers nehme ich die, mit welcher die osmotisch schwache Lösung abfließt: $22{,}2^0$. Der Heizdampf der Kochers hat die Temperatur 142^0 und der Verflüssiger hat 21^0

Mit diesen Temperaturen erhält man

$$\varepsilon_c = \frac{268{,}3}{27{,}1} = 9{,}9; \qquad \eta_c = \frac{121}{413} = 0{,}29$$

Danach arbeitet die Dampfmaschine gegen den osmotischen Druck nahezu wie in einem Carnotschen Umlauf, dagegen ist die Kältemaschine noch recht ungünstig. In anbetracht der Unsicherheit der für die Rechnung zur Verfügung stehenden Zahlen und da ich überhaupt nur einen einzigen Versuchsbericht und zwar einen einer schon recht alten Maschine benutzen konnte, will ich aber daraus keine weiteren Schlüsse über die Fortbildungsrichtung der Aufsaugemaschine ziehen.

Ergebnis

Die Aufsaugemaschine besteht aus einer Kältemaschine mit osmotischem Verdichter und einer gegen den osmotischen Druck arbeitenden Dampfmaschine, welche mit einander gekuppelt sind, wie eine unmittelbar von einer Kolbendampfmaschine angetriebenen Kolbenverdichterkältemaschine.

Tiefste erreichbare Grenztemperaturen bei Absorptionsmaschinen mit Gasumlauf und Ammoniaklösung.

Von K. Nesselmann.

Bei Absorptionsmaschinen kommt man mit der Verdampfertemperatur unter eine bestimmte Grenze nicht herunter. Wo diese Grenze liegt, hängt außer von den verschiedenen Verlustquellen von den Bedingungen ab, unter denen die Maschine arbeitet, ferner von der Art der Maschine und dem verwendeten Arbeitsmittel. Im folgenden sollen für verschiedene Fälle die Grenztemperaturen bestimmt werden.

I. Zunächst soll es sich um eine Kondensationsmaschine handeln, die mit einer Ammoniaklösung arbeitet. Der Druckausgleich zwischen dem Verdampfer-Absorbersystem einerseits und dem Austreiber-Kondensator-System andererseits soll nach dem Vorgange von Geppert[1]) durch Zumischung eines neutralen Gases erfolgen. In Abb. 1 ist der Verdampfer und der Absorber schematisch dargestellt. V sei der Verdampfer, A der Absorber. In den Rohren R_1 und R_2 zirkuliere das neutrale Gas, mit

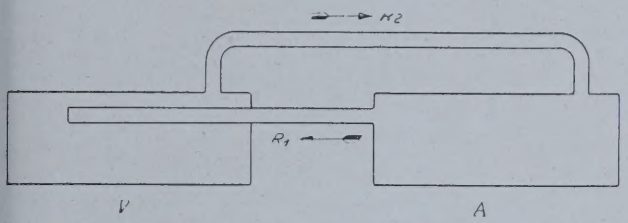


Abb. 1. Verdampfer und Absorber in schematischer Darstellung.

Ammoniak mehr oder weniger beladen. In welcher Weise der Umlauf des Gases bewirkt wird, spielt für die folgenden Ausführungen keine Rolle. Es sei zunächst vorausgesetzt, daß die Maschine mit einer Kondensatortemperatur und Absorbertemperatur von 15° C arbeitet. Demgemäß soll der Druck in der Maschine 7,43 ata betragen, damit der in den Kondensator gelangende Ammoniakdampf noch verflüssigt werden kann. Es soll nun untersucht werden, welche Grenztemperaturen im Verdampfer bei verschiedenen Konzentrationen im Absorber-Austreiber-System zu erreichen sind. Unter bestimmten Verhältnissen wird die Maschine eine gewisse Kälteleistung hervorbringen, die einerseits dazu dient, die effektive Kälteleistung zu decken, die andererseits aber auch durch die Abkühlung des aus dem Kondensator kommenden Ammoniaks auf die Verdampfertemperatur und ferner durch die Abkühlung des aus dem Absorber kommenden Gases aufgezehrt wird, wobei wir zunächst voraussetzen wollen, daß kein Wärmeaustausch zwischen den Rohren R_1 und R_2 (Abb 1) stattfindet. Die tiefste Temperatur wird dann erreicht werden, wenn die effektive Kälteleistung gleich Null ist, d. h. wenn der Verdampfer ideal isoliert ist. In diesem Falle wird die gesamte Kälteleistung der Maschine durch die oben erwähnten Verluste aufgebraucht.

Es bezeichne nun r_v die Verdampfungswärme des Ammoniaks bei Verdampfertemperatur, t_v und t_k die Verdampfer- bzw. Kondensatortemperatur, c_n die spez. Wärme des neutralen Ausgleichgases bei konstantem Druck, c die spez. Wärme des dampfförmigen Ammoniaks und c_{fl} die spez. Wärme des flüssigen Ammoniaks. Ferner sei angenommen, daß ein Kilogramm des neutralen Gases umläuft und a und b die Ammoniakgewichte sind, die je kg neutralen Gases in der Leitung vom Absorber zum Verdampfer, bzw. vom Verdampfer zum Absorber mitgenommen werden.

Es sei hier bemerkt, daß die Annahme von 1 kg zirkulierenden Gases keine Einschränkung der allgemeinen Gültigkeit der Betrachtung darstellt. Das würde nur dann der Fall sein, wenn eine effektive Kälteleistung vorhanden wäre. Ferner ist es im allgemeinen auch thermisch gleichgültig, welches Gas man zumischt, solange das Produkt aus Molekulargewicht und spez. Wärme konstant ist, was für die gebräuchlichen Gase (Luft, Stickstoff, Wasserstoff) recht genau zutrifft. Es ist also für die Verluste durch das neutrale Gas gleichgültig, ob man Luft mit $\mu_n = 29$ und $c_n = 0{,}24$ oder Wasserstoff mit $\mu_n = 2$ und $c_n = 3{,}41$ benutzt, was aus den nachfolgenden Gleichungen sofort erkennbar sein wird.

Für den Fall also, daß keine effektive Kälteleistung vorhanden ist, gilt folgende Gleichung:

$$(1)\quad (b-a)\cdot r_v = (c_n + ac)(t_k - t_v) + c_{fl}(b-a)(t_k - t_v)$$

Die linke Seite von Gl. (1) stellt die Verdampferleistung dar. Das erste Glied der rechten Seite ist der Verlust durch Abkühlung des umlaufenden kg Wasserstoff und des darin enthaltenen Ammoniaks, und das zweite Glied stellt die Verluste durch Abkühlung des aus dem Kondensator kommenden Ammoniaks auf die Verdampfertemperatur dar. Die Größen a und b berechnen sich folgendermaßen:

$$(2)\qquad a = \frac{\mu\, p_A}{\mu_n\, p_{nA}} \qquad \text{und} \qquad b = \frac{\mu\, p_v}{\mu_n\, p_{nv}}$$

Hierin ist μ das Molekulargewicht des Ammoniaks und μ_n das des neutralen Gases. p_A bzw. p_v ist der Ammoniakpartialdruck im Absorber bzw. im Verdampfer und p_{nA} und p_{nv} die entsprechenden Partialdrucke des neutralen Gases. Da untersucht werden sollte, wie groß t_v bei verschiedenen Absorberkonzentrationen ist, so ist für eine bestimmte Konzentration a bekannt. Da in Gl. (1) aber außer dem gesuchten p_v auch b unbekannt ist, so genügt Gl. (1) noch nicht zur Bestimmung. Man erhält aber eine zweite Gleichung dadurch, daß man weiß, daß im Verdampfer immer flüssiges Ammoniak ist. Infolgedessen ergibt sich der Partialdruck des Ammoniakdampfes aus der Dampfspannungskurve des Ammoniaks bei der bestimmten Verdampfertemperatur. Es ist also

$$(3)\qquad t_v = f(b)$$

wobei b aus Gl. (2) zu berechnen ist. Löst man die Gl. (1) und (3) nach b auf, so folgt:

$$(4)\qquad b = \frac{a\cdot r_v + [c_n - a\,(c_{fl} - c)]\,(t_k - t_v)}{r_v - c_{fl}\cdot(t_k - t_v)}$$

$$(5)\qquad b = f_1(t_v)$$

Da nun r_v nicht durch eine Gleichung als Funktion von t_v gegeben ist und auch b nicht als Funktion vorliegt, so ist es zweckmäßig, über verschiedene Temperaturen t_v zunächst b nach Gl. (4) aufzutragen, und ebenso b nach Gl. (5). Der Schnittpunkt beider

[1]) Geppert, DRP 122948.

ergibt dann die gesuchte Temperatur t_v. Macht man rückwärts die Probe und rechnet mit den graphisch gefundenen t_v nach, ob die effektive Kälteleistung für das gefundene t_v Null ist, so zeigt sich, daß bei etwaigen Abweichungen schon bei Verschieben von t_v um weniger als ein Grad für die effektive Kälteleistung der Wert Null herauskommt. Kleine Fehler in der graphischen Methode wirken sich also auf t_v nur sehr wenig aus, so daß die Methode recht brauchbar ist.

An dieser Stelle sei noch gezeigt, wieso die Art des neutralen Gases unter der vorher angegebenen Voraussetzung gleichgültig ist. In Gl. (5) ist b umgekehrt proportional dem Molekulargewicht des neutralen Gases. Aber auch in Gl. (4) ist das der Fall. Man kann nämlich schreiben:

$$b = \frac{\frac{\mu p_A}{\mu_n p_{nA}} r_v + \left[\frac{c_n \mu_n}{\mu_n} - \frac{\mu p_A}{\mu_n p_{nA}} (c_{fl} - c)\right] (t_k - t_v)}{r_v - c_{fl} (t_k - t_v)}$$

Da nun $\mu_n c_n$ für die gebräuchlichen Gase konstant ist, so ändert sich der Schnittpunkt der beiden b und damit t_v nicht. Da sich jedoch die Größen a und b selbst mit dem Molekulargewicht des neutralen Gases ändern, so ist für die folgende Berechnung Wasserstoff als neutrales Gas zugrunde gelegt.

Für die Ausrechnung ist noch folgendes zu beachten. Der Gesamtdruck in der Maschine ist nur dann gleich der Summe aus Ammoniakdruck und Druck des neutralen Gases, wenn man den Partialdruck des Wasserdampfes vernachlässigen kann. Von 40 % Absorberkonzentration an aufwärts kann man das tun. Darunter ist der Wasserdampfpartialdruck bei der Berechnung von a berücksichtigt. In dem ersten Gliede der rechten Seite der Gl. (1) ist die Wasserdampfmenge bei der Berechnung der Gasverluste stets vernachlässigt worden.[1]) Ferner sollen zunächst unbeachtet und einer besonderen Betrachtung vorbehalten bleiben die Verluste, die durch Mitschleppen von Wasserdampf in R_1 vom Absorber zum Verdampfer bedingt sind. Zahlentafel 1 zeigt für die Absorberkonzentration von 50 % als Beispiel die Auswertung und Abb. 2 zeigt das Ergebnis.

Zahlentafel 1.

$t_k = 15^0$, Gesamtdruck 7,43 ata.
Absorberkonzentration (arme Lösung) 50 %.

t_v	-50^0	-40^0	-30^0	-20^0	-10^0	0^0
b. Gl. (4)	4,88	4,68	4,45	4,25	4,06	3,86
b. Gl. (5)	0,505	0,927	1,67	3,05	5,65	12,19

Schnittpunkt bei $-15{,}5^0$ C

In den Abbildungen sind die berechneten Werte durch Kreise angedeutet. Man erkennt aus Kurve 1, daß die tiefste zu erreichende Temperatur bei -44^0 liegt. Dann müßte man aber im Absorber mit reinem Wasser arbeiten, was natürlich praktisch nicht möglich ist, sondern man wird bis etwa 8 % kommen können. Die Verdampfertemperatur ist für x = 1[1]) identisch mit der Absorbertemperatur und nimmt mit abnehmender Absorberkonzentration zunächst rasch, dann aber immer weniger ab. Die Kurve 3 stellt die Temperatur im Austreiber dar. Für die Konzentration x = 0 ist die Austreibertemperatur natürlich gleich der Siedetemperatur des reinen Wassers bei 7,43 ata, für x = 1 gleich der Kondensatortemperatur.

Setzt man voraus, daß man einen Wärmeaustauscher in den Gasstrom einbaut, so fällt bei Annahme eines idealen Wärmeaustauschers das umlaufende kg Wasserstoff aus der Rechnung heraus.

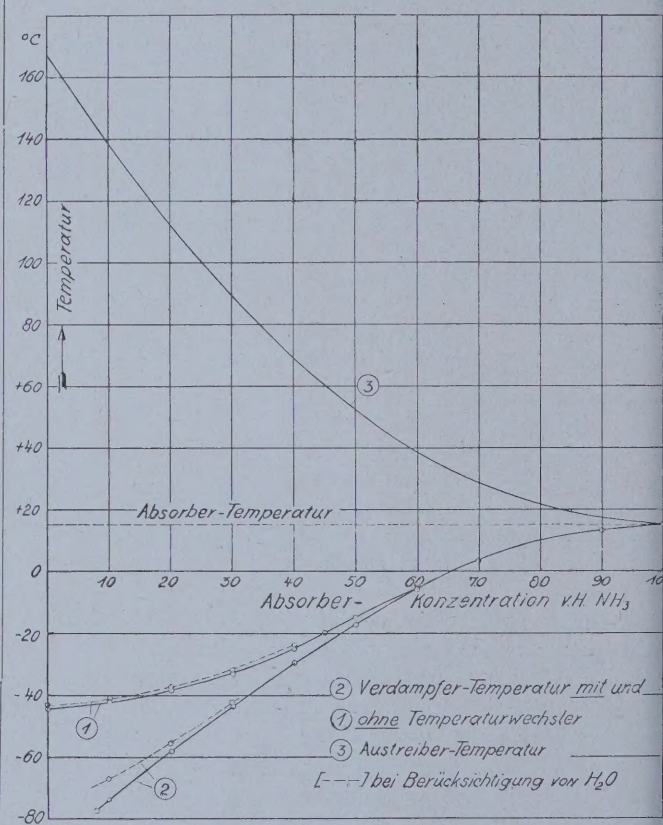


Abb. 2. Kondensations-Maschine.
Druck 7,43 ata, Absorber-Temperatur 15° C.

Da aber $b \gtrless a$ ist, so ist der Wärmeinhalt des Gasgemisches im Zweige R_2 (Abb. 1), der b kg Ammoniak enthält, evtl. größer als der in R_1. Der Ueberschuß an Kälte kommt aber nur dem Absorber zugute. Für den Verdampfer kommt dann als Verlust die Abkühlung des flüssigen Ammoniaks vom Betrage c_{fl} (b —a) $(t_k - t_v)$ in Frage. Für diesen Fall lautet die Wärmebilanz:

(6) $$(b - a)\, r_v = c_{fl}\, (b - a)\, (t_k - t_v)$$

oder (6a) $$(b - a)\, [r_v - c_{fl}\, (t_k - t_v)] = 0.$$

Diese Gleichung ist erfüllt, wenn entweder b = a oder wenn $t_v = c_{fl} \cdot (t_k - t_v)$ ist. Da $c_{fl} = 1{,}1$ ist und r_v in der Größenordnung von 300 kcal/kg liegt, so ist es klar, daß bei Benutzung von Ammoniak nur die Bedingung b = a gelten kann. Das bedeutet, daß in diesem Fall unter allen Umständen selbst die

[1]) Für die Berechnung wurden die Lösungsdampfdruckkurven von Thomas A. Wilson, University of Illinois, Bulletin 23 v. 2. 2. 25 zugrunde gelegt, die in einem Bericht von M. Hirsch, Z. f. d. gesamte Kälteindustrie, 32, 1925, S. 164, niedergelegt sind, ferner die Werte von Perman, H. Mollier, Smits und Postma. Vergleiche dazu Landolt-Börnstein Physikalisch-Chemische Tabellen. 5. Auflage 1923.

[1]) $x = \frac{\text{kg } NH_3}{\text{kg } NH_3 + \text{kg } H_2O} \cdot x = 1$ entspricht 100 %, x = 0,0 %.

kleinste Kälteleistung ausreicht, um das flüssige Ammoniak herunterzukühlen. Die Grenztemperatur ist also dann erreicht, wenn der Partialdruck des Ammoniaks im Verdampfer gleich dem des Absorbers ist.

Für den Fall eines Wärmeaustauschers im Gasstrom gilt Kurve 2 (Abb. 2). Man erkennt, daß man nunmehr mit den Verdampfertemperaturen wesentlich tiefer kommt. Praktisch kann man einen idealen Temperaturwechsler natürlich nicht unterbringen. Je nach der Größe des Wärmeaustauschers wird die Temperatur also zwischen den Kurven 1 und 2 liegen.

II. In dem folgenden Falle wird eine Absorber- und Kondensatortemperatur von 45° vorausgesetzt. Die Temperatur würde einer Raumtemperatur von

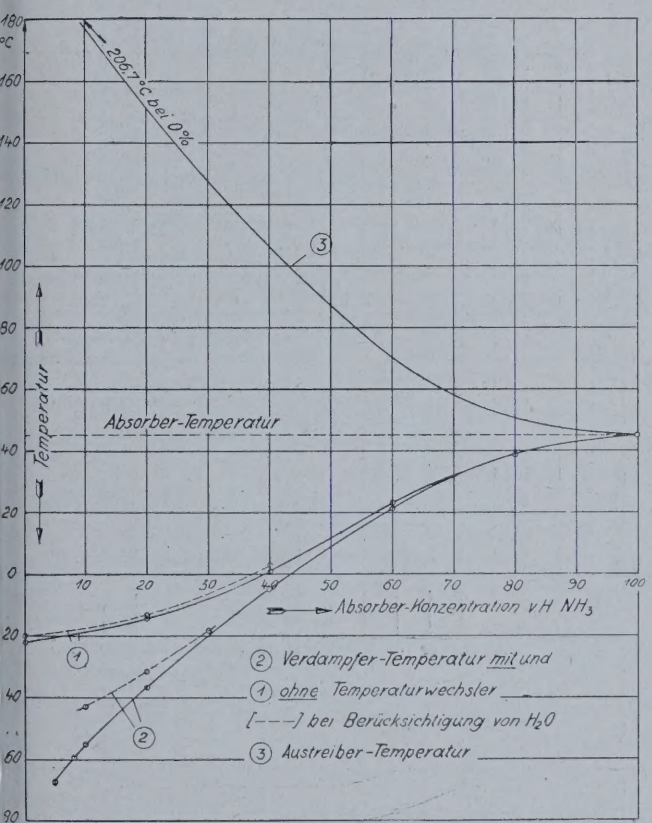


Abb. 3. Kondensations-Maschine.
Druck 18,2 ata, Absorber-Temperatur 45° C.

etwa 30° C entsprechen. Demgemäß muß der Gesamtdruck der Maschine nun 18,2 ata betragen, um das Ammoniak bei 45° verflüssigen zu können. Die Endergebnisse, die auf demselben Weg wie vorher gewonnen wurden, sind in Abb. 3 zusammengestellt, wobei die Kurven genau wie in Abb. 2 numeriert sind. Die tiefste Temperatur, die ohne Temperaturwechsler erreicht werden kann, ist jetzt nur —22°. Mit idealem Temperaturwechsler im Gasumlauf ist die Kurve 2 bis 5 % Absorberkonzentration berechnet. Es sei hier erwähnt, daß das Verhältnis der Temperaturdifferenzen zwischen Kondensatortemperatur und Austreibertemperatur einerseits und Kondensatortemperatur und Verdampfertemperatur andererseits bei $t_k = 15°$ und $t_k = 45°$ fast gleich ist.

III. Die vorgehenden Betrachtungen bezogen sich lediglich auf die Kondensationsmaschine. Im folgenden soll nun ein Vergleich zwischen der Resorptionsmaschine und der Kondensationsmaschine gezogen werden. Die Resorptionsmaschine arbeitet in der Weise, daß im Verdampfer nicht reines Ammoniak, sondern ebenfalls eine verhältnismäßig reiche Lösung verwendet wird, aus der das Ammoniak ausdampft. Dem Kondensator entspricht dabei der Resorber, der den aus dem Austreiber kommenden Ammoniakdampf aufnimmt. Die Resorptionsmaschine ist nicht an bestimmte Drucke gebunden. Deshalb soll der nachfolgende Vergleich auf die Drucke bezogen werden, d. h. es soll festgestellt werden, welche Verdampfertemperaturen bei verschiedenen Drucken erreicht werden können. Als Absorberkonzentration seien 8 % angenommen. Bei der Kondensationsmaschine kann man natürlich auch mit verschiedenen Drucken arbeiten, nur müssen die Drucke höher liegen als der Druck des Ammoniaks bei der Kondensatortemperatur. Man wird praktisch niemals, wie es in den vorhergehenden Beispielen geschah, mit dem Druck bis genau zum Sättigungsdruck hinuntergehen können, sondern man ist sogar gezwungen, ihn etwas höher zu wählen, um eine gewisse Sicherheit gegen höhere Kühlwasser bzw. Raumtemperaturen zu haben.

Die Berechnung der tiefst erreichbaren Temperaturen erfolgt in genau derselben Weise wie bei der Kondensationsmaschine, nur tritt statt der Verdampfungswärme r_v in diesem Falle die Lösungswärme des dampfförmigen Ammoniaks in der Formel auf.[1])

Bei der Resorptionsmaschine wird man im Resorbersystem einen Wärmeaustauscher für die Lösung anordnen. In der reichen Lösung wird dabei gegenüber der armen um so viel mehr Ammoniak vorhanden sein, als im Verdampfer ausdampft. Im folgenden ist nun angenommen, daß der Wärmeaustauscher ideal ist und daß der Lösungsumlauf im Resorbersystem unendlich groß ist. Die letzte Annahme bedeutet, daß sich die Konzentration im Resorber-Verdampfer-System nicht ändert. Die Lösungen können aber selbst im idealen Wärmeaustauscher ihre Wärmemengen nicht vollständig austauschen, da die reiche Lösung infolge ihres größeren Gehaltes an Ammoniak einen größeren Wärmeinhalt besitzt. Infolgedessen bleibt ein Verlust übrig, der genau wie bei der Kondensationsmaschine gleich der Abkühlung der im Verdampfer entgasenden Ammoniakmenge ist. Demgemäß lauten die Berechnungsformeln für die Resorptionsmaschine, wenn L die Lösungswärme ist:

$$(7) \qquad b = \frac{a\,L + [c_n - a\,(c_{fl} - c)]\,(t_k - t_v)}{L - c_{fl}\,(t_k - t_v)}$$

$$(8) \qquad b = f_l\,(t_v).$$

Bei der graphischen Auswertung der Kondensationsmaschine ergab sich für die Gleichung $b = f_l\,(t_v)$ bei allen Absorberkonzentrationen dieselbe Kurve, weil der Gesamtdruck derselbe war. Bei der Resorptionsmaschine ergibt sich jedoch für jeden

[1]) Zur Berechnung der Lösungswärme wurde benutzt: Gehlhoff, Lehrb. d. techn. Phys. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1924, Bd. 1, S. 338, Tab. 44. Hierzu ist zu bemerken, daß die Tab. nur die Lösungswärme des flüssigen Ammoniaks in Wasser angibt. Zur Berechnung der Lösungswärme des dampfförmigen Ammoniaks vergl. die Arbeit von Hilde Mollier: Lösungswärme von Ammoniak in Wasser. Mitteilungen über Forschungsarbeiten a. d. Gebiete des Ingenieurwesens. Heft 63/64. (1909).

Druck eine andere Kurve für b, weil sich der Gesamtdruck ändert. Dasselbe gilt auch für die Kondensationsmaschine bei verschiedenen Gesamtdrucken. Sonst ist jedoch die Methode dieselbe wie bei der Kondensationsmaschine mit konstantem Druck. Zahlentafel 2 zeigt das Schema einer Berechnung.

Zahlentafel 2.

Resorptionsmaschine 4 ata Res. Konz 63,5 % $t_k = 15^0$				Kondensationsmaschine 20 ata $t_k = 15^0$			
t_v	-40^0	-30^0	-20^0	t_v	-40^0	-30^0	-20^0
b Gl. (7)	0,836	0,700	0,570	b Gl. (4)	0,721	0,586	0,456
b Gl. (8)	0,815	1,44	2,64	b Gl. (5)	0,32	0,55	0,91
Schnittpunkt	$-39,5^0$ C			Schnittpunkt	$-28,8^0$ C		

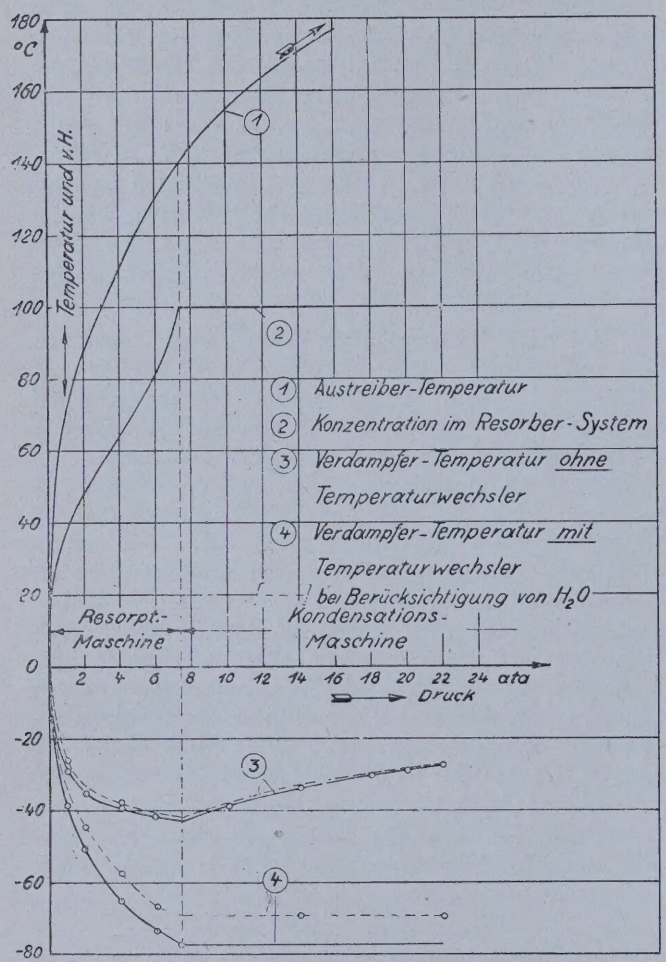


Abb. 4. Resorptions- und Kondensationsmaschine bei 8 v. H. Absorber-Konzentration 15° Absorber-Temperatur.

In Abb. 4 sind die Verdampfertemperaturen als Funktion des Druckes dargestellt (Kurve 3). Bei 7,43 ata haben wir die bereits vorher behandelte Kondensationsmaschine bei 8 % Absorberkonzentration, links schließt sich die Resorptionsmaschine an, rechts die Kondensationsmaschine. Die Kurve 3 ist errechnet ohne Wärmeaustauscher im Gasumlauf und ohne Berücksichtigung der Verluste durch den Wasserdampf. Die tiefste Temperatur erreicht man mit einer Kondensationsmaschine, die einen dem Kühlwasser entsprechenden Druck hat. Aus Sicherheitsgründen wird man aber stets, wie schon erwähnt, mit dem Druck etwas höher gehen müssen, und dabei verschlechtert sich die Wirkung. Dieselbe Wirkung erreicht man auch mit der Resorptionsmaschine bei wesentlich tieferem Druck. Geht man mit dem Druck bei der Resorptionsmaschine tiefer und tiefer, so wird die Wirkung erheblich schlechter. Die Wirkung hört vollkommen auf, wenn die Konzentration des Resorbersystems gleich der des Absorbersystems geworden ist. Dies tritt bei 15^0 Kühlwassertemperatur bei einem Druck von 0,08 ata ein.

Kurve 1 in Abb. 4 zeigt die Austreibertemperaturen. Bei 0,08 ata wird naturgemäß die Austreibertemperatur ebenfalls 15^0. Kurve 2 zeigt die im Resorbersystem herrschenden Konzentrationen. Bei der Resorptionsmaschine steigt die Resorberkonzentration mit steigendem Druck, bis 100 % erreicht

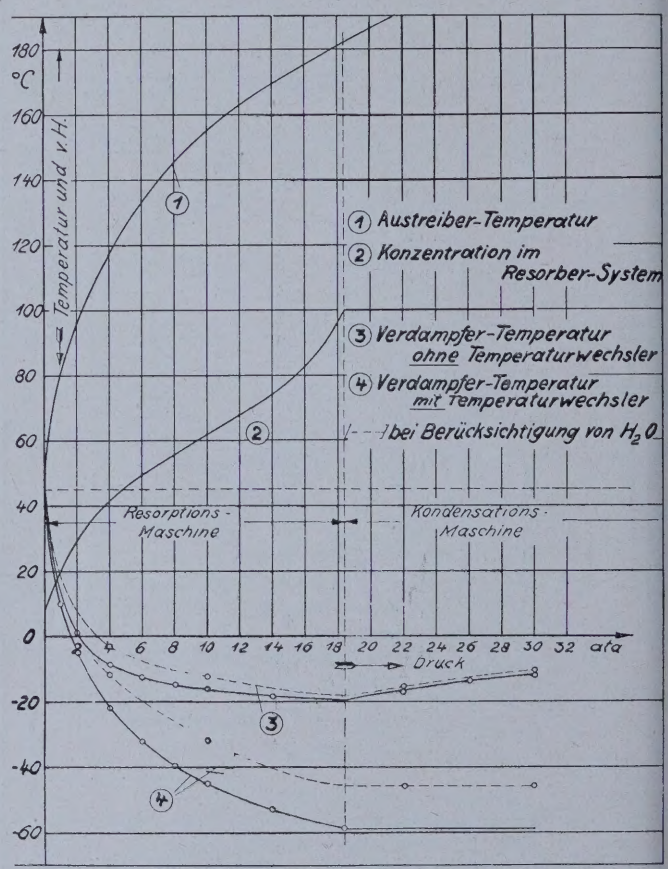


Abb. 5. Resorptions- und Kondensationsmaschine bei 8 v. H. Absorber-Konzentration 45° C Absorber-Temperatur

sind. Dann schließt sich die Kondensationsmaschine an, bei der dann die Konzentration von 100 % bestehen bleibt.

Auch bei diesen Maschinen ist der Einbau eines Temperaturwechslers zwischen dem warmen und kalten Gase möglich. Vernachlässigt man zunächst wieder die Verluste durch den Wasserdampf, der aus dem Absorber mitgeschleppt wird, so ergibt sich aus Gl. (6a) die Kurve 4 (Abb. 4). Bei der Resorptionsmaschine ist dabei sinngemäß statt r_v die Lösungswärme L in der Gleichung einzusetzen.

IV. Der Vergleich der Resorptionsmaschine und Kondensationsmaschine wurde auch für Luftkühlung bei einer Absorber- und Kondensator- bzw. Resorbertemperatur von 45° C durchgeführt. Abb. 5 zeigt die Ergebnisse. Auch hier wurde für das Absorbersystem eine Konzentration von 8 % zugrunde

gelegt. Die Grenze zwischen Resorptions- und Absorptionsmaschine ist für diesen Fall 18,2 ata. Die Kurven enden für die Resorptionsmaschine bei 0,33 ata, wenn die Resorberkonzentration gleich der Absorberkonzentration ist. Die Benennung der Kurven ist dieselbe wie in Abb. 4. Kurve 3 zeigt die erreichbaren Temperaturen ohne Temperaturwechsler im Gasumlauf, Kurve 4 mit einem solchen. Rechts von 18,2 ata bei der Kondensationsmaschine mit erhöhtem Druck bleibt die Verdampfertemperatur konstant. Die Grenze ist eben dann erreicht, wenn der Ammoniakpartialdruck im Verdampfer gleich dem im Absorber ist und der letzte ändert sich mit steigendem Gesamtdruck nicht, da die Absorbertemperatur konstant bleibt. (Schluß folgt).

Wärmedurchgang in Ammoniakverflüssigern.

(University of Illinois Bulletin No. 171)

Dipl.-Ing. M. Hirsch, Beratender Ingenieur V. B. I., Frankfurt a. M.

In der Versuchsstation der University of Illinois, Urbana, wurden im vergangenen Jahr durch Kratz, Macintire und Gould beachtenswerte Untersuchungen über die Wärmeübertragungsverhältnisse in Ammoniakverflüssigern durchgeführt, über die im nachstehenden berichtet werden soll.

Als Zweck der Untersuchung sollte für verschiedene Bauarten von Verflüssigern die Wärmedurchgangszahl k für die Teile ermittelt werden, deren Oberfläche gesättigten Ammoniakdämpfen ausgesetzt ist. Daneben sollten die verschiedenen Teile der Kühlflächen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit geprüft und Gesichtspunkte für die günstige Bauweise der verschiedenen Verflüssigertypen abgeleitet werden.

Für die Untersuchungen standen drei Arten von Verflüssigern zur Verfügung:

1. ein Berieselungsverflüssiger mit Anzapfungen für Abführung des flüssigen Ammoniaks, bestehend aus 12 Stück 2"-Rohren, je 20' lang.

Das überhitzte Ammoniakgas trat in das unterste Rohr ein. Das verflüssigte Ammoniak wurde von jedem Doppelstrang, abgesehen von den beiden untersten, die nicht mit gesättigtem Gas arbeiteten, abgeführt, wie aus der schematischen Abb. 1 ersichtlich.

2. ein Doppelrohrgegenstromverflüssiger mit 12 Rohrsträngen, Innenrohre $1\frac{1}{4}$", Außenrohre 2", je 18' lang.

Das Ammoniakgas trat in das oberste Rohr ein, die Ammoniakflüssigkeit wurde am untersten Rohr abgeführt.

3. ein senkrechter Röhrenbündelverflüssiger mit einem Mantel von 20" Durchmesser und 30 Stück 2"- Rohren, je 16' lang.

Das Ammoniakgas trat bei den Versuchen in mittlerer Höhe ein, die Ammoniakflüssigkeit wurde an tiefster Stelle entfernt und Sorge getragen, daß sich hier keine Flüssigkeit ansammelte.

Das Kühlwasser durchströmte in üblicher Weise den Doppelrohrverflüssiger im vollem Querschnitt. Bei den beiden anderen Verflüssigern wurde es in dünner Schicht, beim Berieseler über die äußere, beim Röhrenbündelverflüssiger über die innere Oberfläche der Rohre geleitet.

Die Leistung in flüssigem Ammoniak wurde durch unmittelbares Wiegen in zwei abwechselnd aufgefüllten und entleerten Wiegebehältern gemäß Abb. 1 festgestellt.

Um die Wirksamkeit der verschiedenen Teile der Kühlflächen festzustellen, bestand die Möglichkeit, bei dem Berieseler und dem Doppelrohrverflüssiger die Flüssigkeit aus jedem Doppelstrang getrennt abzuführen und zu messen. (Für qualitative Untersuchungen kann diese Anzapfungsweise beim Doppelrohrverflüssiger als genügend genau angesehen und angenommen

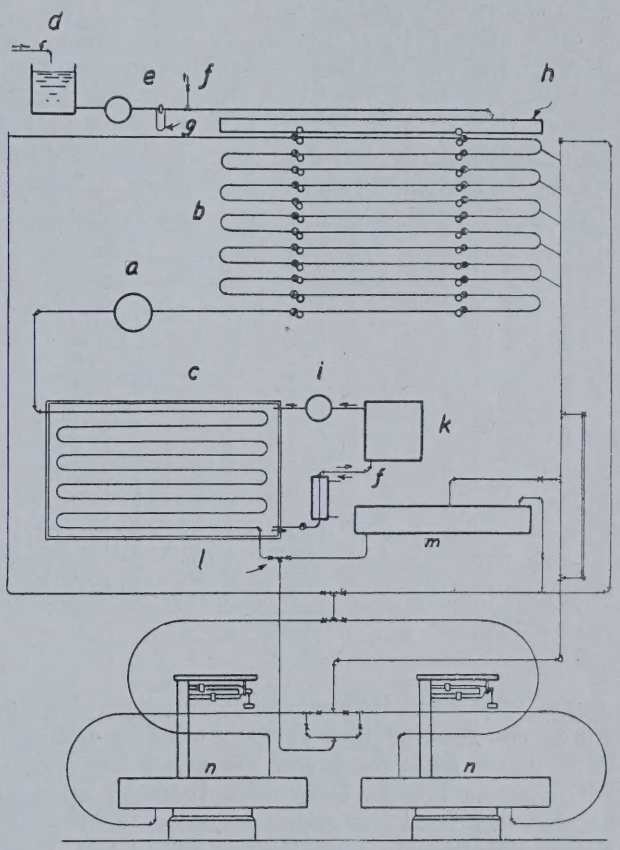


Abb. 1

a Verdichter, b Verflüssiger, c Solekühler, d Leitungswasser, e Wasserpumpe, f Dampfanschluss, g Wassermanometer, h Wasserverteilung, i Solepumpe, k Solebehälter, l Regler, m Ammoniakflüssigkeitsbehälter, n Ammoniakwiegebehälter,
○ Thermoelemente für Wassertemperatur,
● » » Ammoniaktemperatur,
⊗ » » Soletemperatur,

werden, daß die gesamte Flüssigkeit des vor der Anzapfstelle liegenden Doppelstrangs abgeführt wurde. Bei dem Berieselungsverflüssiger erscheint dies zweifelhaft, da die Ammoniakgase in ihm von unten nach oben strömen, jedoch keine Sicherheit gegeben ist, daß die Ammoniakflüssigkeit nicht teilweise in entgegengesetzter Richtung von oben nach unten den Anzapfstellen zufließt. Die hier gemessene Ammoniakmenge wäre alsdann nicht gleichbedeutend mit der in dem angehörigen Doppelstrang niederschlagenden.) [1]

Wie eingangs erwähnt, sollte nur das Sättigungsgebiet der Verflüssiger untersucht werden. Die Abführung der Ueberhitzungswärme erfolgte bei dem Gegenstromberieseler und dem Doppelrohrverflüssiger in den erstdurchströmten Rohren. Bei dem Röhren-

[1]) Die eingeklammerten und kleiner gedruckten Sätze sind Anmerkungen des Berichterstatters.

bündelverflüssiger war ein besonderer Doppelrohrenthitzer vorgeschaltet.

Sämtliche Versuche wurden mit gleichbleibendem Verflüssigungsdruck von 10,2 atü (145 lb. sq. in.) Manometeranzeige entsprechend einer Verflüssigungstemperatur von 28° C (82° F) durchgeführt. Die letzte Temperatur wurde gewählt, weil sie mit der Raumtemperatur des Laboratoriums übereinstimmte und deren Berücksichtigung überflüssig machte. (Bei dem Berieselungs- und Röhrenbündelverflüssiger ist allerdings durch die Temperaturgleichheit der Wärmeausgleich nicht aufgehoben, der hier zwischen Kühlwasser und feuchter Luft stattfindet. Stillstand tritt erst dann ein, wenn Luft- und Wassertemperatur übereinstimmen und außerdem die Luft gesättigt ist.)

Bei allen Versuchen war die Füllung der Verflüssiger durch Spuren von fremden Gasen verunreinigt. Bei dem Berieseler- und dem Doppelrohrverflüssiger zeigten sich diese im Betrieb über den ganzen Inhalt etwa gleichmässig verteilt. Der Verflüssigerdruck lag um ein gleichbleibendes Maß über dem Sättigungs-

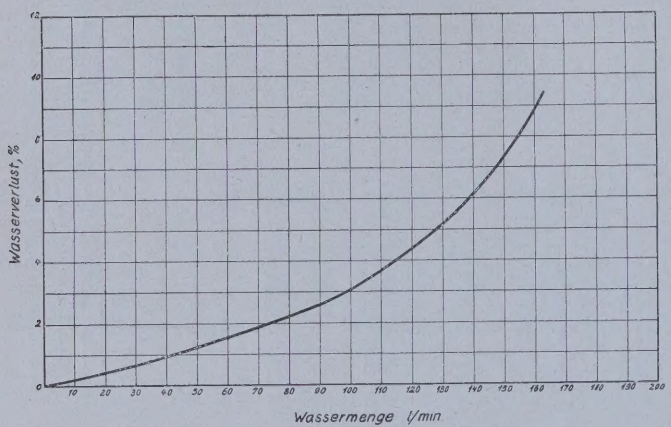


Abb. 2

druck. Bei dem Röhrenbündelverflüssiger dagegen wurde ein gleichmäßiges Temperaturgefälle von oben nach unten beobachtet und die tiefste Temperatur am höchsten Punkte festgestellt. Hiernach scheinen die fremden Gase von oben nach unten abzunehmen. Der Temperaturunterschied betrug etwa 1,1° C (2° F) und zwar unveränderlich für alle Versuche. Diesen kommt daher die Bedeutung von praktischen Feststellungen unter Berücksichtigung der unvermeidlichen Verunreinigung der Füllung zu. Die gefundenen Wärmeübertragungszahlen gelten nicht etwa für reines Ammoniak.

Bei der Messung der Kühlwassermengen wurde der Betrag, der beim Berieselungsverflüssiger bei starker Wasserzufuhr verspritzte, gewogen und in Abzug gebracht. Die aus allgemeinen Gründen interessierende Menge des Verlustes ist in Abb. 2 in % abhängig von der minutlichen Wassermenge dargestellt. Sie läßt sich selbstverständlich nicht allgemein übertragen.

Die Dauer der Einzelversuche betrug 1½, in Ausnahmefällen 2 bis 4 Stunden nach Erreichung des Beharrungszustandes.

Versuchsergebnisse am Berieselungsverflüssiger.

Als wirksame Kühlfläche F wurde die gesamte dem gesättigten Ammoniakdampf ausgesetzte innere Kühlfläche angesehen. Um die Grenzen der Sättigungszone festzustellen, wurden die durch Thermoelemente beobachteten Gastemperaturen gemäß Abb. 3 auf logarithmischem Papier, abhängig von der zurückgelegten Wegstrecke dargestellt. Es ergab sich gradliniger Verlauf der abnehmenden Ueberhitzungstemperatur mit scharfem Uebergang zur Sättigungstemperatur. Die Thermoelemente waren hierbei so angeordnet, daß der Aufnahmekörper sich in der Mitte des Ammoniakgasstromes befand. (Die hieraus sich ergebende Begrenzung der Sättigungszone ist nur unter der Voraussetzung richtig, daß innerhalb des überhitzten Ammoniakgasstromes kein Temperaturgefälle vorliegt, also auch die Grenzschicht an der Rohroberfläche in der Ueberhitzungszone noch überhitzt ist. Mit dieser Voraussetzung kann nicht gerechnet werden, da auf alle Fälle bei geringer Ueberhitzung die Grenzschicht bis auf die Sättigungstemperatur abgekühlt wird. Dementsprechend setzt die Verflüssigung schon vor dem festgestellten Punkte ein, und die Wärmeübertragung in der Sättigungszone ist um den Anteil, den die vermeintliche Ueberhitzungszone an der Verflüssigung nimmt, geringer. Bei der Feststellung der Teilleistung, die auf die einzelnen Rohre entfällt, ist deshalb die auf den ersten Unterteil der Kühlfläche entfallende Teilleistung höher angegeben, als sie der Wirklichkeit entspricht.)

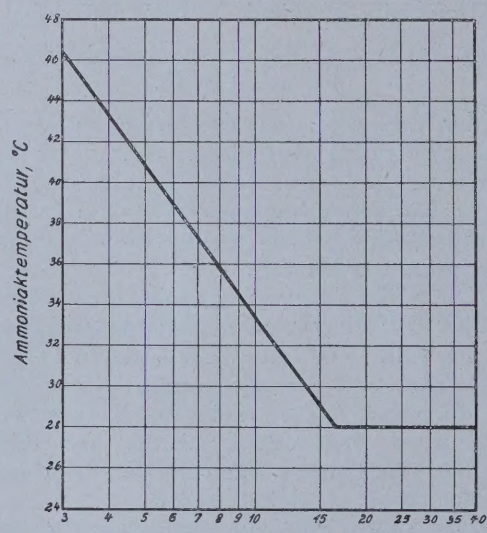


Abb. 3

Die Feststellung des Grenzpunktes zwischen Ueberhitzungs- und Sättigungszone bei den einzelnen Versuchen ergab, daß dieser Punkt bei allen etwa an der gleichen Stelle lag und die wirksame innere Kühlfläche der Verflüssigungszone bei dem Berieselungsverflüssiger gleichbleibend 9,78 m² (103,3 sq. in.) betrug.

Der Versuchsbericht weist darauf hin, daß es bei dem Berieselungsverflüssiger unmöglich war, die Flüssigkeit an der Stelle, an der sie gebildet wurde, sofort abzuführen, und daß hierdurch die wirksame Verflüssigungsfläche vermindert wurde. (Hierin liegt schon die wichtige Erkenntnis, daß es bei einem Verflüssiger wünschenswert ist, die durch die Flüssigkeit an der Sättigungszone beanspruchte Kühlfläche möglichst zu vermindern, also beispielsweise kurze Abstände zwischen den Anzapfstellen zu wählen.) Der ideale Fall eines Verflüssigers, bei dem durch besondere Mittel die Flüssigkeit rascher entfernt wird als bei der handelsüblichen Ausführung, war nicht Gegenstand der Untersuchung, deren Ergebnisse sich demnach durch Weiterentwicklung der Verflüssiger noch verbessern lassen.

Die Verflüssigerleistung wurde ermittelt aus dem durch Wägung festgestellten Gewicht des flüssigen Ammoniaks, vervielfältigt mit dem Unterschied zwischen

dem spezifischen Wärmeinhalt trocken gesättigter Ammoniakdämpfe bei der Verflüssigungstemperatur und dem spezifischen Wärmeinhalt der Ammoniakflüssigkeit bei der Abgangstemperatur. Die bei dem Berieselungsverflüssiger beobachtete Verflüssigungsleistung bewegte sich zwischen rund 14600 und 44000 kcal/h (4,83 und 14,55 tons).

Der mittlere Temperaturunterschied zwischen Kühlwasser und Ammoniak wurde als Mittelwert der Einzelunterschiede festgestellt, die sich an den aufeinander folgenden Rohren ergaben. Die Ver-

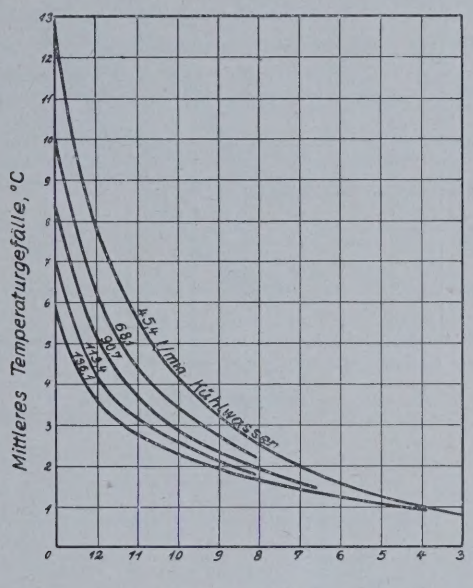


Abb. 4

änderung des Temperaturgefälles für die einzelnen Rohre bei verschiedenen Wassermengen ergab sich für eine bestimmte Berieselerbelastung von rund

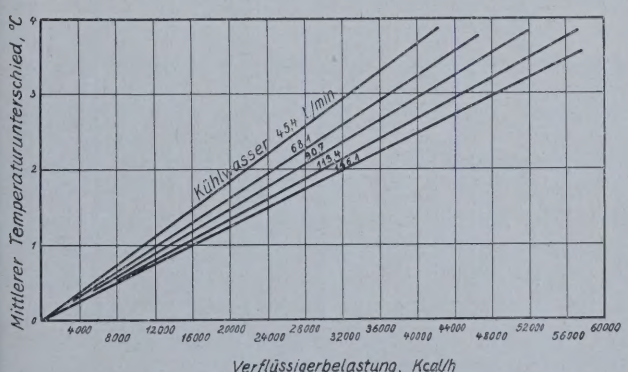


Abb. 5

35200 kcal/h (11,65 tons) und einen bestimmten Verflüssigungsdruck von 10,2 atü (145 lbs. sq. in.), wie in Abb. 4 dargestellt. Wie zu erwarten, nimmt das Temperaturgefälle immer mehr ab. In dieser Weise wurde der Wert des mittleren Temperaturunterschiedes für die verschiedenen Wassermengen und Belastungen nach Abb. 5 gefunden. Die Abhängigkeit zwischen Verflüssigerleistung und mittlerem Temperaturgefälle scheint bei einer bestimmten Wassermenge linear zu verlaufen.

Die Wärmedurchgangszahl, abhängig von der Kühlwassermenge, ist in Abb. 6 für einen bestimmten Verflüssigungsdruck von 10,2 atü (145 lb. sq. in.(dargestellt. Da in Abb. 5 für eine bestimmte Wassermenge der mittlere Temperaturunterschied in linearer Abhängigkeit von der Verflüssigerleistung steht, verschwindet in der Beziehung

$$k = \frac{Q_F}{F\,(t-t_0)_{\text{mittel}}}, \text{ da } (t-t_0)_{\text{mittel}} = C.\ Q_F,$$

also

$$k = \frac{Q_F}{F.C.Q_F} = \frac{1}{F.C},$$

der Einfluss der Belastung Q_F. Die Werte der Abb. 6 gelten daher für beliebige Belastung des Berieselungsverflüssigers. Diese Beziehung erscheint zunächst überraschend, erklärt sich aber daraus, daß bei dem Berieselungsverflüssiger mit zunehmender Leistung die Stärke der Ammoniak-Flüssigkeitsschicht zunimmt und auf eine Verminderung von k hinwirkt. Auf der anderen Seite ergibt sich für eine bestimmte Wassermenge bei höherer Verflüssigerleistung eine Erhöhung des mittleren Temperaturgefälles, die eine Vergrößerung des k-Wertes herbeiführt. Beide Einflüsse wirken einander entgegen und scheinen sich im vorliegenden Falle aufzuheben.

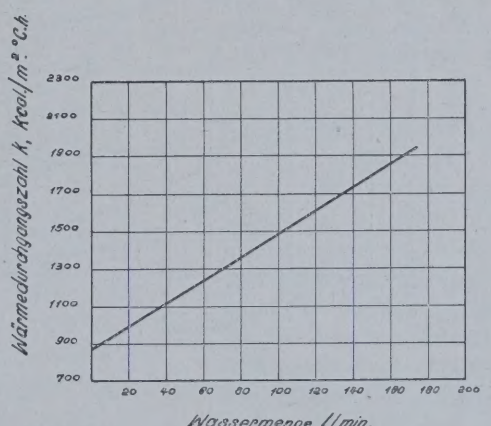


Abb. 6

Um die Wirksamkeit der aufeinander folgenden Verflüssigerrohre zu untersuchen, wurde das flüssige Ammoniak im Uebergangsbogen vom dritten zum vierten, fünften zum sechsten, siebten zum achten, neunten zum zehnten und elften zum zwölften Rohrstrang (Die Rohre sind hierbei von unten nach oben gezählt. Das kälteste Wasser trifft auf das oberste Rohr Nr. 12.) abgezapft und mengenmäßig festgestellt. Das Ergebnis zeigte, daß die Verflüssigung am stärksten in den Rohren auftrat, die mit kältestem Wasser berieselt wurden. Dieser Unterschied trat in besonders starkem Maße hervor, wenn die Wassermenge stark vermindert wurde. Für den Sonderfall einer Kondensatorbelastung mit 26000 kcal/h (8,6 tons), einer Menge des Berieselerwassers von 45,4 Liter/min. (100 lb./min.) und eines Verflüssigungsdruckes von 10,2 atü (145 lb./sq. in.) gibt Abb. 7 ein Bild über die Veränderung des mittleren Temperaturgefälles, der Verflüssigungsteilmengen und der Wärmedurchgangszahl in den einzelnen Rohrdoppelsträngen. (Das für die Feststellung dieser Verhältniszahlen angewandte Verfahren erscheint auch deshalb nicht einwandfrei, weil es von der Auffassung ausgeht, daß die zwischen zwei Punkten abgezapfte Ammoniakflüssigkeitsmenge beim Eintritt in die betreffende Strecke trocken gesättigt war. Es ist jedoch anzunehmen, daß die Dämpfe in die höhere Zone naß eintreten und daher ein Teil der

als dort verflüssigt angenommenen Mengen bereits flüssig von der vorausgehenden Zone kommt.)

Versuchsergebnisse am Doppelrohrverflüssiger.

Als wirksame Kühlfläche wurde die dem gesättigten Ammoniakdampf ausgesetzte äußere Fläche der wasserdurchflossenen Innenrohre berücksichtigt und für alle Versuche zu gleichbleibend 8,55 m^2 (92 sq. ft.) festgestellt.

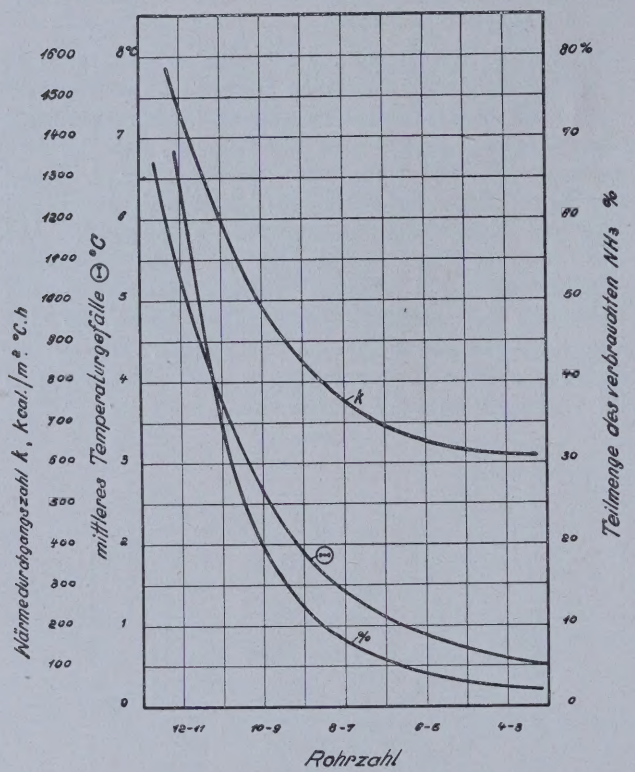


Abb. 7

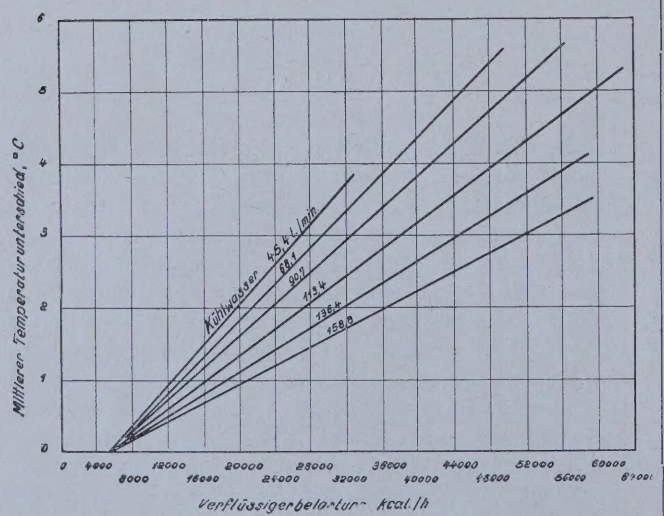


Abb. 8

Die beobachtete Verflüssigungsleistung bewegte sich zwischen 14500 und 60300 kcal/h (4,78 bis 19,93 tons). Der mittlere Temperaturunterschied zwischen Kühlwasser und Ammoniak wurde wie bei dem Berieselungsverflüssiger als Mittelwert der Einzelunterschiede festgestellt, die sich an den aufeinander folgenden Doppelrohren ergaben. Für die verschiedenen Wassermengen und Belastungen ergab sich der lineare Verlauf der Abb. 8. (Daß sich die Graden nicht im Nullpunkt treffen, bedarf einer Berichtigung, denn es ist undenkbar, daß ohne Temperaturgefälle Wärme übertragen wird.)

Im Gegensatz zu dem Berieselungsverflüssiger ergibt sich für den Doppelrohrverflüssiger für die Wärmedurchgangszahl k nicht eine Kurve, sondern nach Abb. 9 eine Kurvenschar je nach der Belastung des Verflüssigers. Mit zunehmender Leistung nimmt die Wärmedurchgangszahl ab. Der ungünstige Einfluß einer stärkeren Flüssigkeitsschicht überwiegt also hier den günstigen Einfluß der mit der höheren Ver-

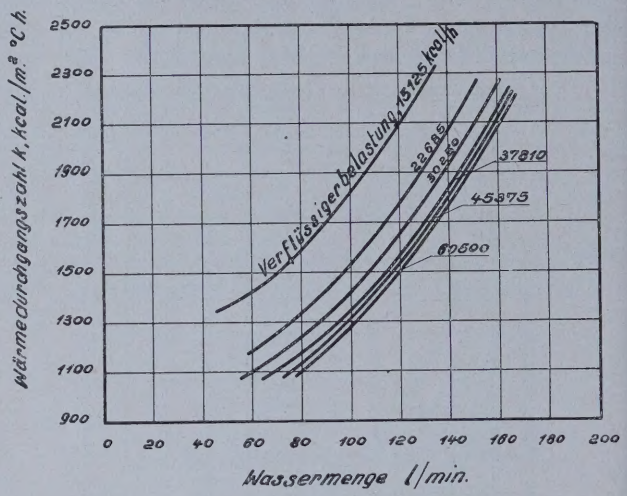


Abb. 9

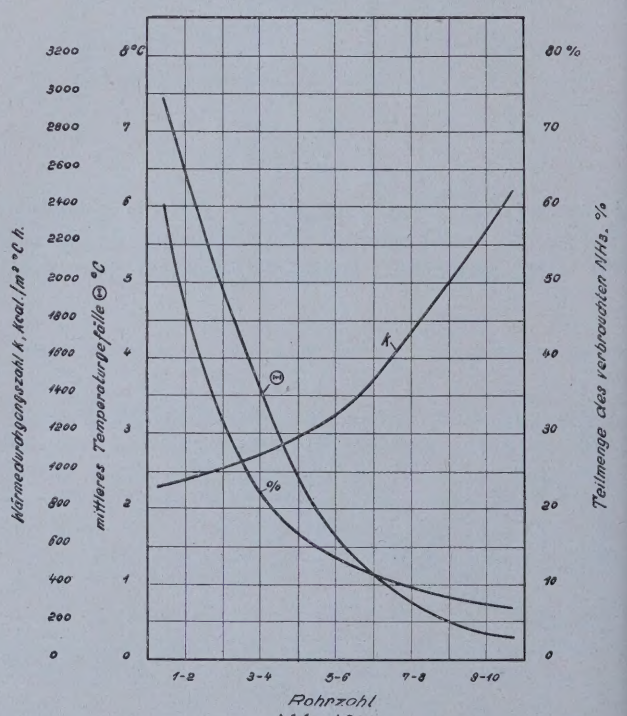


Abb. 10

flüssigerleistung verbundenen Erhöhung des mittleren Temperaturgefälles.

In gleicher Weise wie bei dem Berieselungsverflüssiger wurden die Leistungsverhältnisse der einzelnen Rohrstränge untersucht und in der aus Abb. 10 ersichtlichen Weise dargestellt. Die Verflüssigerleistung betrug hierbei 22500 kcal/h (7,45 tons), die Kühlwassermenge 45,4 Liter/min (100 lb./min.), der Verflüssigungsdruck 10,2 atü (145 lb. sq. in.). Auch in diesem Falle ergaben die mit dem größten Temperaturgefälle arbeitenden Rohre, die hier zu unterst liegen, verhältnismäßig größere Verflüssigungsmengen. Dagegen ist der höchste Wert der Durchgangszahl

k nicht, wie bei dem Berieselungsverflüssiger, dem höchsten, sondern dem niedrigsten Temperaturgefälle zugeordnet, das in den obersten Rohren auftritt. (Das überraschende Ergebnis erklärt sich daraus, daß in den oberen Rohren mit kleinem Temperaturgefälle und kleiner Verflüssigerleistung die den Wärmedurchgang erschwerende Flüssigkeitsschicht gering ist und umgekehrt in den unteren Rohren mit großer Leistung hoch. Außerdem wirkt die Höhe der Dampfgeschwindigkeit im Sinne einer Vergrößerung des k-Wertes gegen die Dampfeintrittsstelle zu, die hier im obersten, beim Berieselungsverflüssiger dagegen im untersten Rohr liegt.)

Versuchsergebnisse am Röhrenbündelverflüssiger.

Da dem Röhrenbündelverflüssiger ein Enthitzer vorgeschaltet war, kam seine gesamte äußere Fläche von 23,2 m² (251 sq. ft.) als dem gesättigten Ammoniakdampf ausgesetzt in Betracht. (Da zwischen Enthitzer und Verflüssiger kein besonderer Abscheider eingeschaltet war, liegt keine unbedingte Gewissheit dafür vor, daß

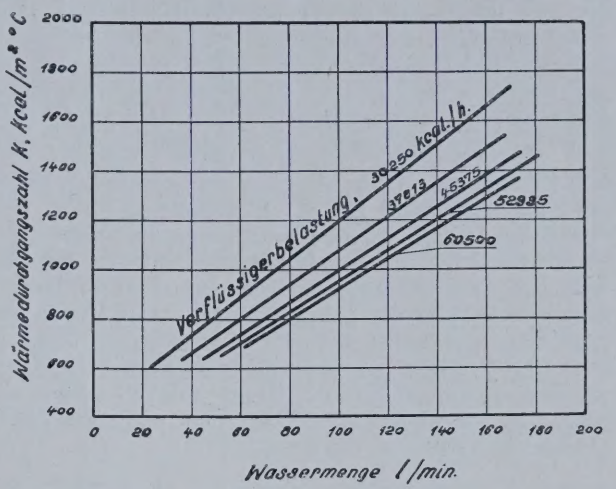


Abb. 12

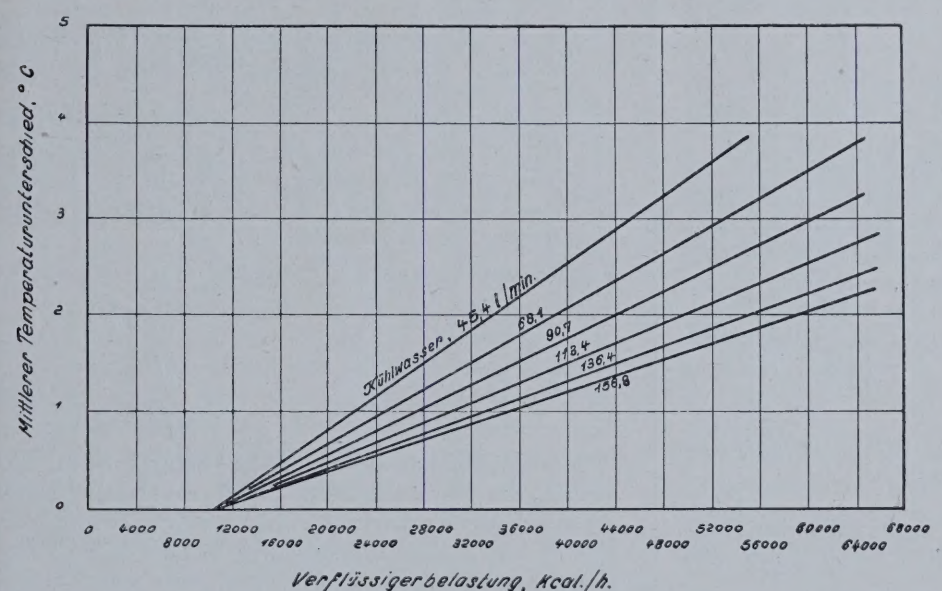


Abb. 11

die dem Verflüssiger zugeführten Dämpfe nicht naß waren, denn durch die beobachtete geringe Ueberhitzung um etwa 1,4° (2,5° F) wird das Bestehen von Flüssigkeitströpfchen nicht ausgeschlossen.)

Die beobachtete Verflüssigerleistung bewegte sich zwischen 28700 und 64900 kcal/h (9,5 und 21,45 tons). Die Ammoniaktemperatur wurde oben mit 1,1° (2° F) niedriger festgestellt als unten, der mittlere Temperaturunterschied zwischen Kühlwasser und Ammoniak in ähnlicher Weise ermittelt wie für die beiden anderen Verflüssiger. Abb. 11 gibt den Verlauf für die verschiedenen Wassermengen und Belastungen. (Auch hier ist eine Berichtigung insofern geboten, als die Geraden sich nicht im Nullpunkte treffen.)

Aehnlich wie bei dem Doppelrohrverflüssiger ergab sich bei dem Röhrenbündelverflüssiger nach Abb. 12 eine Kurvenschar für die Veränderung der Wärmedurchgangszahl k mit verschiedener Belastung des Verflüssigers. Höhere Leistung führt zu einer niedrigeren Wärmedurchgangszahl. Die Verstärkung der Flüssigkeitsschicht verschlechtert also auch hier den Wärmedurchgang in höherem Maße, als das mit vergrößerter Verflüssigerleistung verbundene größere mittlere Temperaturgefälle ihn verbesssrt.

Der Anteil der verschiedenen Teile der Rohrlängen an der Verflüssigerleistung konnte hier nicht gemessen, sondern nur insofern beobachtet werden, als in einer Höhe von etwa 1,8 m (6 ft.) unterhalb der oberen Rohrplatte Kühlwasser- und Ammoniaktemperatur etwa gleich waren. Das bedeutet, daß auch hier der untere Teil nahezu unwirksam war.

Vergleich der Versuchsergebnisse.

In Abb. 13 sind die Versuchsergebnisse für die drei Verflüssiger zusammengefaßt und zwar im oberen Teil die gesamte Verflüssigerleistung, im unteren die spezifische Verflüssigerleistung abhängig von der Kühlwassermenge dargestellt, beides unter Voraussetzung einer Anfangstemperatur des Kühlwassers von 20° C

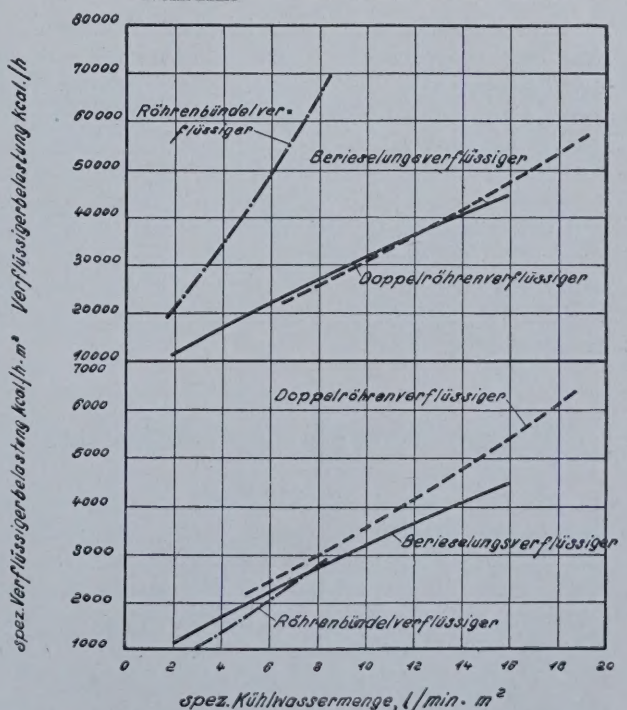


Abb. 13

(68° F) und eines Verflüssigungsdruckes von 10,2 atü (145 lbs./sp. in.). Hiernach erscheint die spezifische Leistung des Doppelrohrverflüssigers günstiger als die der beiden anderen. Die Steigerung der Leistungsfähigkeit mit zunehmender Wassermenge erfolgt bei dem Röhrenbündelverflüssiger rascher als bei den beiden anderen. (Das Ergebnis des Vergleiches kann nicht als maßgebend für die Bewertung der drei verschiedenen Verflüssigerarten gelten, denn die Wirksamkeit ist nicht nur von der grundsätzlichen Bauweise, sondern auch von den Einzelabmessungen, insbesondere Durchmesser und Länge der Rohre abhängig, Es ist also durchaus denkbar, daß der Röhrenbündelverflüssiger und der Berieselungsverflüssiger, die bei niedrigen bezw. hohen Kühlwassermengen gegenüber dem Doppelrohrverflüssiger ungünstig abschneiden, diesen übertreffen, wenn die Rohrabmessungen geändert werden.)

Von den Schlüßfolgerungen, die die Verfasser aus den Versuchsergebnissen ziehen, seien die wichtigsten hier angeführt:

Die Schichtstärke des flüssigen Ammoniaks beeinflußt in hohem Maße die spezifische Wärmeübertragung

Bei einem bestimmten Kühlwasserverhältnis ist für den Berieselungsverflüssiger die Wärmedurchgangszahl unabhängig von dem mittleren Temperaturgefälle, bei dem Doppelrohr- und Röhrenbündelverflüssiger dagegen nimmt sie mit zunehmendem Temperaturgefälle ab. Die Wirksamkeit nimmt bei dem Röhrenbündelverflüssiger mit zunehmendem Kühlwasserverhältnis rascher zu als bei den beiden anderen Verflüssigern.

Die Hauptverflüssigerleistung tritt dort auf, wo das Kühlwasser am kältesten ist.

Vollständige und schnellste Entfernung des Kondensats ergibt eine verbesserte Arbeitsweise des Verflüssigers.

Das Ergebnis der beschriebenen Versuche ist qualitativ außerordentlich wertvoll, insofern, als die Arbeitsweise von Verflüssigern verschiedener Bauweise eine weitere Klärung findet. Quantitativ befriedigt es noch nicht. Die Ursache liegt darin, daß die Wärmedurchgangszahl und nicht die Wärmeübergangszahlen ermittelt, die Einflüsse auf der Dampf- und der Wasserseite also nicht getrennt festgestellt wurden. Nur wenn dies geschieht, ergibt sich ein voller Einblick in die Wirkung eines Verflüssigers und die Möglichkeit, die Versuchsergebnisse allgemein zu übertragen.

Kohlensäureeis als Kühlmittel

Die Verwendung von Kohlensäureeis hat in den Vereinigten Staaten in einem Maße zugenommen, das bei den Fachleuten zunächst Verwunderung erregen muß. Denn es ist auf den ersten Blick zu erkennen, daß die Kälte hier bei unnötig tiefer Temperatur, also unwirtschaftlich, erzeugt wird. Und in der Tat behindert der hohe Preis der festen Kohlensäure die Verbreitung, die sonst noch viel rascher erfolgt wäre. Naturgemäß beschäftigen sich auch die Zeitschriften mit diesen Fragen[1]) und suchen die Anschauungen zu klären.

Die Dry Ice Corporation of America, die das Verfahren entwickelt hat, gibt folgende Vorzüge an:

1. Die Kohlensäure verdampft als farbloses, trockenes Gas, ohne flüssigen Rückstand, bei —79° C.
2. Es ähnelt einem wohl gepreßtem Kuchen aus Schnee, ist härter als Wassereis und nahezu zweimal so schwer als dieses.
3. Die gasförmige Kohlensäure wirkt mild fäulniswidrig.
4. Kohlensäureeis ist über zweimal so wirksam als das gleiche Gewicht Wassereis. Da sein spezifisches Gewicht doppelt so groß ist, ist die Wirksamkeit, auf gleiches Volumen bezogen, etwa viermal so groß als die vom Wassereis.
5. Die Kosten sind so gering, daß es als Kühlmittel für Eisschränke wohl mit Wassereis in Wettbewerb treten kann.
6. Es ist hervorragend geeignet zum Versand von Schneeis, Butter, Fleisch, Fisch kurz fast aller leichtverderbender Güter.

Die Kühlwirkung der festen Kohlensäure beruht auf der Wärmeaufnahme beim Verdampfen und bei der Erwärmung der kalten Dämpfe auf die Temperatur, mit der sie den Kühlraum verlassen. Taylor gibt dabei folgende Aufstellung:

Kühlleistung in kcal/kg	Endtemperatur des Dampfes
138,7	—33,3° C
142,0	—17,8° C
148,7	— 6,7° C
152,6	± 0
167,1	+23,9° C

Die Sublimationswärme allein beträgt etwa 137 kcal/kg, die Wärmeaufnahme durch den Dampf beträgt also bei 0° Austrittstemperatur etwa 16 kcal/kg. Die Wirkung der Kohlensäure ist folgende. Der Kohlensäureblock wird, in Papier oder dergl. eingewickelt, in die zu kühlende Kiste gelegt. Die meiste Wärme wird dem Kühlgut durch Leitung entzogen, wobei infolge der großen Temperaturdifferenz die kleine Oberfläche des Blockes genügt zur Erzeugung eines genügend starken Wärmestromes. Dabei muß natürlich die Gefahr des Einfrierens des Kühlgutes beachtet werden. Außerdem aber umspülen die kalten Dämpfe das Kühlgut, ehe sie an den dafür vorgesehenen Stellen die Kiste verlassen. Die Wirkung der Dämpfe darf aber nicht überschätzt werden, denn ihre Wärmeaufnahme beträgt nur etwa 10% der gesamten. Auch dem Umstand, daß die Wärmeleitzahl der Kohlensäuredämpfe wesentlich kleiner ist

[1]) a) Das Anwendungsgebiet der festen Kohlensäure in der neuzeitlichen Kühltechnik (The field of dry ice in modern refrigeration) von I. W. Martin. Refrigerating Engineering **15** Heft 2 (Februar 1928).

b) Feste Kohlensäure als Eisersatz. (Solidified CO_2 claimed as a substitute for ice.) Cold Storage and Produce Review. Oktober 1917.

c) Fischkühlung. Feste Kohlensäure als Kühlmittel während des Transportes. (Refrigeration of fish. Solid carbon dioxide refrigerant for transportation.) F. Taylor. Bulletin Nr. 1016 des Department of Commerce. Bureau of Fisheries, Washington, Auszug in Bulletin des renseignement frigorifiques. **9**, Heft 1 und 2.

als die der Luft, darf man wohl keine besonders große Bedeutung beimessen.

Wenn bei Wassereis die Oberfläche zu klein wird, hört die Kühlwirkung praktisch auf. Infolgedessen muß man stets einen erheblichen Ueberschuß an Wassereis mitgeben, wenn die Wirkung bis zum Ende des Transportes ausreichen soll. Auch bei Kohlensäure wird am Ende des Transportes noch ein fester Rest vorhanden sein müssen, doch kann dieser sehr klein sein. Denn zur Wärmeabgabe durch Leitung kommt doch immerhin noch die Kühlung durch die kalten Dämpfe. Der wichtigste Vorteil aber, der der festen Kohlensäure auch den Namen »Trockeneis« »dry ice« verschafft hat, ist die Freiheit von Wasser und Wasserdampf. Damit ist äußerste Sauberkeit verbunden, die Gefahr der Schimmelbildung ist vermieden. Ebenso können alle diejenigen Bakterien und Pilze nicht gedeihen, die nur in sauerstoffhaltiger Atmosphäre leben können. Die Erfahrungen, die beim Versand von Butter, Früchten und dergl. gemacht worden sind, sollen vorzüglich sein. Es wird allerdings darauf aufmerksam gemacht, daß Früchte, die von einer CO_2 Atmosphäre umgeben sind, nicht atmen können und bei längerem Transport Verfallserscheinungen zeigen müssen. Es erscheint aber fraglich, ob so lange Transporte überhaupt in Betracht zu ziehen sind.

Von größtem Interesse sind die praktischen Versuche mit dem Versand von Fischen, die Taylor beschreibt. Zuerst wurde ein Kühlwagen mit 4 Behältern von 30 cm Durchmesser und 1,7 m Höhe versehen, in die zusammen 355 kg Kohlensäureeis eingefüllt waren. Der Wagen wurde in Halifax mit gefrorenen Fischen und solchen auf Eis beladen und nach Montreal befördert. Nach 6 Tagen wurde er geöffnet, die Fische befanden sich in ausgezeichnetem Zustande. Ferner wurden gefrorene Fischfilets von New York nach Kingston (Jamaika) auf Schiffen ohne Kühleinrichtung gesandt. Die Filets wurden zusammen mit Trockeneis in Pakete aus Wellpappe verpackt und kamen nach 7 Tagen in sehr gutem Zustande an. Viele weitere Versuche der Versendung von Fischen glückten, selbst bei Verwendung mangelhaft isolierter Eisenbahnwagen.

Für Frachten von dreitägiger Dauer verwendete man 550 kg Eis in Behältern und 90 kg verteilte man in zerkleinerter Form über die Ladung, um deren rasche Durchkühlung zu sichern. Für Frachten von 5 bis 6 Tagen brauchte man 685 kg Eis in Behältern und 90 kg zerkleinertes Eis. Bei der Ankunft war alles Trockeneis verschwunden, obwohl die Wagen dicht und gut isoliert waren; die Fische waren durch und durch gefroren. Bei den letzten fünftägigen Frachten vergrößerte man die Eismenge in den Kästen auf 820 kg, und am Ende des fünften Tages waren noch etwa 90 kg in den Kästen vorhanden. In anderen Fällen brachte man 1100 kg nur in 10 Kästen unter. Dabei tauten in einigen Wagen die Fische in größerem Maße auf, in andern hielten sie sich sehr gut. Die Mißerfolge waren anscheinend auf mangelhafte Isolierung der Wagen zurückzuführen.

Die Ergebnisse der Versuche lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Fische können im Hochsommer 6 Tage lang unterwegs sein, denn sie bleiben bei Verwendung nur von Kohlensäureeis gefroren. Die Wagen müssen dicht und gut isoliert sein, brauchen nicht vorgekühlt zu werden. Auf dem Boden soll ein herausnehmbarer Lattenrost von 4 cm Höhe liegen. Die Oeffnungen der Eisbehälter im Wagen sind mit Holzlatten und Papier abzudichten. An den Wänden sind senkrechte Holzleisten von 2,5 cm Stärke zu nageln, um jede unmittelbare Berührung der Fischbehältnisse mit den Wänden zu verhindern. Die Tür, die nicht zum Einladen benutzt wird, ist in derselben Weise zu behandeln und abzudichten. Der Wagen ist soviel als möglich bis zu 5 bis 10 cm Abstand von der Decke mit gefrorenen Fischen in Kisten zu füllen, denn ein voller Wagen läßt sich mit Trockeneis leichter kühlen als ein nur teilweise gefüllter. Das Trockeneis kommt in 8 bis 10 Holzkisten, die im oberen Teil der Ladung so verteilt werden, daß sie in die Nähe der Wagenwände kommen, daß sie einander nicht berühren, und daß sie über die Ladung gleichmäßig verteilt sind. Die Holzkästen für das Trockeneis brauchen nicht mit Sägespänen oder dergleichen isoliert zu sein, aber es ist vorteilhaft, sie mit starkem Papier auszulegen.

Das Trockeneis ist in die Wagen mit den Fischen zusammen einzubringen und zwar ist das Beladen nach Möglichkeit zu beschleunigen. Zum Schluß sind auf die Ladung 90 kg gemahlenes Trockeneis aufzustreuen. Man muß dabei rasch arbeiten und die Hände durch trockene Baumwollhandschuhe schützen. Die Tür soll allseitig mit gummiertem Band abgedichtet werden, alle Entwässerungsöffnungen sind dicht zu verschließen. Die Wagen sind erst bei der Ankunft am Bestimmungsort zu öffnen. Man soll die Wagen bei Kühlung mit Trockeneis voll füllen, weil der Kältebedarf des vollen Wagens derselbe ist wie des halbvollen. (Bei Kühlung mit Wassereis darf der Wagen nicht ganz gefüllt werden.) Auch ist die Geschwindigkeit, mit der der Kohlensäuredampf durch die Ladung diffundiert größer, wenn keine großen Hohlräume da sind. Krause.

Bücherbericht

Dr. Otto Jüngst. Planmäßiger Absatz von Agrarerzeugnissen. Veröffentlichungen des Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit. Nr. 29. Berlin NW 6. Kostenlos.

»Passivität der Handelsbilanz«, »Absatzkrise der Landwirtschaft« und »Ueberschwemmung mit ausländischen Agrarerzeugnissen«, diese drei Warnungsrufe erschallen nun schon seit Jahr und Tag allenthalben in Deutschland, ohne daß die breite Oeffentlichkeit über ihren tieferen Sinn, ihre Ursachen und Zusammenhänge vollkommen im klaren wäre. Aus diesem Grunde gibt jetzt das Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit unter dem Titel »Planmäßige Absatzgestaltung in der Landwirtschaft« eine Aufklärungsschrift von Diplomlandwirt Dr. Otto Jüngst heraus, in der die Wichtigkeit des Problems für die Gesamtwirtschaft veranschaulicht wird.

In knappen Sätzen weist die Schrift darauf hin, daß an dem Absatz einheimischer landwirtschaftlicher Erzeugnisse nicht lediglich die Landwirtschaft interessiert ist, sondern daß diese Frage neben weiten

Teilen des Handels vor allem die gesamte Verbraucherschaft angeht, ja, daß sie eine Kardinalfrage allerersten Ranges für unsere gesamte Volkswirtschaft darstellt. Die von manchem bis dahin nur gefühlsmäßig empfundene Tatsache, daß die Ueberschwemmung des deutschen Nahrungsmarktes mit ausländischen Erzeugnissen keineswegs die Folge unabänderlicher Faktoren wie Klima u. ä., sondern im wesentlichen eine Folge besseren kaufmännischen Geschickes der entsprechenden Anbieter ist, wird an Hand reichen, in gedrängter Kürze aufgeführten Auslandsmaterials klar enthüllt. Die meisten Auslandserzeugnisse verdanken ihre Bevorzugung auf dem deutschen Markt der Verwirklichung der durch den Krieg und seine Folgeerscheinungen bei uns in Hintergrund gedrängten Idee des Dienstes am Kunden.

»Dienst am Kunden« bedeutet weitestgehende Berücksichtigung aller Abnehmerwünsche; diese sind in erster Linie auf einwandfreie und möglichst einheitliche Beschaffenheit sowie — bei leicht verderblichen Waren — auf größtmögliche Frische gerichtet. Da nebenbei durch entsprechende Maßnahmen aber auch auf äußerste Erleichterung der dem Handel zufallenden Aufgaben Bedacht zu nehmen ist, gipfelt bei landwirtschaftlichen Erzeugnissen der Dienst am Kunden in zuverlässiger Sortierung, einheitlicher Aufmachung, zweckmäßiger Verpackung und ausgesprochen großhandelsfähiger Form.

Die den deutschen Markt gegenwärtig beherrschenden ausländischen Waren weisen diese Vorzüge in hohem Maße auf. Sie verdanken sie einheitlichen, meist für das ganze Erzeugungsland geltenden Vorschriften über Sortierung, Verpackung, Kennzeichnung und Prüfung der Waren sowie strenger Befolgung dieser Vorschriften und rücksichtsloser Ueberwachung durch unparteiische Prüfstellen. Nur durch scharfen, meist freiwillig übernommenen Zwang zu Einheitlichkeit und Zuverlässigkeit hat das Ausland seine Vorherrschaft auf dem deutschen Markt erreicht!

Dieser Erfolg des Auslandes bedeutet für Deutschland einen zu vier Fünfteln entbehrlichen Nahrungseinfuhrüberschuß im Werte von annähernd drei Milliarden Reichsmark jährlich und ein zunehmendes Verschwinden jeglicher Rentabilität der Landwirtschaft. Während in den Jahren 1912—14 nur 7% aller Landwirtschaftsbetriebe mit Verlust, die übrigen 93% aber mit Gewinn gearbeitet haben, hat die Zahl der Verlustbetriebe schon 1924—26 die bedenkliche Höhe von 52% erreicht.

Dieser Rentabilitätsmangel und seine verhängnisvollen Rückwirkungen auf die gesamte Volkswirtschaft in Verbindung mit der bedrohlichen Gestaltung der Handels- und Zahlungsbilanz wird in der Abhandlung zum Ausgangspunkt eines eingehend begründeten Vorschlages für eine planmäßige Absatzgestaltung einheimischer landwirtschaftlicher Erzeugnisse genommen. Der Gedanke des Dienstes am Kunden muß auch hier zur Richtschur werden. Vereinheitlichung der Erzeugnisse durch Einstufung in bestimmte, einheitlich für das ganze Reich festzulegende Art- und Gütestaffeln in Verbindung mit einheitlicher Verpackung, einheitlicher Kennzeichnung und rücksichtsloser Ueberwachung auf Einhaltung der entsprechenden Vereinbarungen sind die ersten Voraussetzungen zur Erreichung dieses Zieles. Veredelungs- und Verwertungsstätten, Lager- und Kühlhäuser zur Aufnahme oder Verwertung zeitweiliger Ueberschüsse sind weitere Mittel zur Absatzförderung und -vervollkommnung. Wohlausgebaute Dienste der Markterforschung und -beachtung, der Betriebsberatung und Werbung vervollständigen den Plan, der auf eine großzügige Organisation zur Schaffung großhandelsfähiger Warenmassen hinausläuft.

Angesichts der Wichtigkeit des ganzen Fragenkomplexes für die gesamte Volkswirtschaft ruft das Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit zu freiwilliger und einmütiger Gemeinschaftsarbeit aller irgendwie an der Nahrungsversorgung Deutschlands interessierten Kreise auf. Reichhaltige, sehr geschickt ausgewählte Bildbeigaben (deutsche und ausländische Waren- und Staffelmarken, Verpackungen usw.) erhöhen die Werbewirkung der absichtlich kurz gehaltenen Abhandlung.

Die Schrift ist kostenlos durch die Nachrichtenstelle des Reichskuratoriums für Wirtschaftlichkeit, Berlin NW. 6, zu beziehen.

Muhlert-Drews. Technische Gase, ihre Herstellung und ihre Verwendung. S. Hirzel, Leizig 1928.

In einer Zeit, in der die Herstellung synthetischer Stoffe, wie Ammoniak, Salpetersäure, Alkohol und synthetischer Brennstoffe im Vordergrund des öffentlichen Interesses steht, ist das Erscheinen des vorliegenden Buches besonders zu begrüßen, gibt es doch, als erstes, nicht nur eine zusammenfassende Darstellung des im Buchtitel Genannten, sondern auch einen Ueberblick über die Verwertung der bei der Gasherstellung entfallenden Nebenerzeugnisse.

Aus dem Inhalt seien erwähnt: Gasgewinnung von allgemein technisch wichtigen Gasen, von solchen, die für die chemische Industrie von Bedeutung sind, von Spreng- und Treibgasen, von verdichteten und verflüssigten Gasen und schließlich von Brenngasen. Weitere Abschnitte behandeln die Verfahren und Einrichtungen zur Herrichtung der Rohgase für ihre Verwendung, sondern im besonderen die Anwendungsgebiete der Brenngase.

Leider gestattet es der Umfang des Buches nicht, hier die einzelnen Gebiete so eingehend zu besprechen, wie es wohl dem Chemiker und dem Maschinentechniker an vielen Stellen erwünscht sein dürfte. Das Buch kann warm empfohlen werden. O. Hch.

Dr. Curt Ehlert. Schmiermittel und ihre richtige Verwendung. Verlag Otto Spamer, Leipzig. 112 Seiten. Preis geheftet 8 RM., geb. 10 RM.

R. Stotz. Die Technik der Weltverpflegung. 77 S., 15 Abb. Stuttgart. Dieck & Co., Preis geb. 2,50 RM.

Das Büchlein ist anregend und flott geschrieben und der Verfasser, Ingenieur, zeigt eine beachtenswerte Kenntnis der in Betracht kommenden Verhältnisse. Die Kältetechnik wird in ihrer Bedeutung voll gewürdigt und in ihrer vielseitigen Anwendung beschrieben. Aber auch über die landwirtschaftlichen Maschinen, künstliche Düngung, über Konserven, Verpackungstechnik usw. erfährt man macherlei, und auch der Blick in die Zukunft fehlt nicht.

Man liest das Buch mit Vergnügen. Krause.

Kleine Mitteilungen.

Die Firma **A. Freundlich** in Düsseldorf hat am 29. 9. dieses Jahres ihr 40 jähriges Bestehen gefeiert. Aus kleinen Anfängen hat sie sich durch die restlose Tätigkeit, dem fortschrittlichen Sinn und die geschäftliche Klugheit des Seniorchefs, der Schwierigkeit der Zeitläufte ungeachtet, zu einem großen und angesehenen Unternehmen entwickelt, das 300 Arbeiter und Angestellte beschäftigt.

Heute helfen zwei gleichgesinnte jüngere Mitinhaber (Sohn und Schwiegersohn) die Last der Geschäftsführung tragen, ohne daß deshalb der Seniorchef aufgehört hätte, an der Entwicklung des Werkes und besonders der Vervollkommnung der kältetechnischen Konstruktionen auf das erfolgreichste weiter zu arbeiten.

Glück und Gedeihen auch für die Zukunft!

Krause.

Patentberichte.

Auszüge aus den Patentschriften.

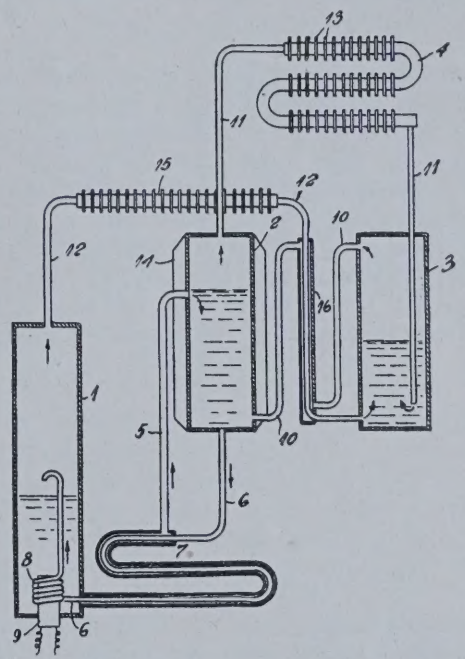
17a, 8. 456152. Verfahren zur Steigerung des Umlaufs eines Hilfsmittels in Absorptionskälteapparaten. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag in Stockholm. Von dem Patentsucher sind als die Erfinder angegeben worden: Baltzar Carl von Platen und Carl Georg Munters in Stockholm. Patentiert im Deutschen Reiche vom 18. April 1926 ab. Die Priorität der Anmeldung in Schweden vom 20. April 1925 ist in Anspruch genommen.

Die Erfindung bezieht sich auf ein neues Verfahren zur Steigerung des Umlaufs eines Hilfsmittels in Absorptionskälteapparaten, in denen ein druckausgleichendes Hilfsmittel verwendet wird.

Die Erfindung bezweckt, den Umlauf des Hilfsmittels für bestimmte Zwecke noch besonders kräftig zu steigern und besteht im wesentlichen darin, daß diesem Hilfsmittel außer der aus dem Absorptionsvorgang herrührenden Wärme noch weitere Wärmemengen derart zurückgeführt werden, daß durch Wärmeeinwirkung auf das Hilfsmittel ein Umlaufsantrieb erzeugt wird und diese Wärmemengen in beliebiger Weise, z. B. durch Kältemittel derart abgeführt werden, daß das Hilfsmittel in gasförmigem Zustande in den Verdampfer des Apparates tritt.

Der Apparat wirkt in folgender Weise:

Das im Kocher 1 aus der Absorptionsflüssigkeit (Azeton) in Gasform ausgetriebene Hilfsmittel (Azetylen) strömt, sobald der erforderliche Ueberdruck im Kocher erreicht worden ist, durch die Rohrleitung 12, das Rippenrohr 15 und den Temperaturwechsler 16 in den Verdampfer 3, wobei es durch das im Verdampfer in flüssiger Form befindliche Kältemittel (schweflige Säure) gepreßt wird, das dabei verdampft und sich mit dem Hilfsmittel mischt. Sobald ein genügender Ueberdruck im Verdampfer erreicht worden ist, um den Gegendruck der im Absorber befindlichen Absorptionsflüssigkeit zu überwinden, strömt die Mischung von Hilfsmittel und Kältemittel aus dem Verdampfer durch den Temperaturwechsler 16 und die Leitung 10 in den Absorber 2, wobei die Gasmischung in Form von Gasbläschen durch die Absorptionsflüssigkeit strömt. Dabei wird das in der Flüssigkeit leicht lösliche Hilfsmittel absorbiert, während das in der Flüssigkeit schwer lösliche Kältemittel zurück zum Verdampfer durch die Rohrleitung 11 und den Kondensator 4 strömt, in welch letzteren das Kältemittel in flüssiger Form gebracht wird. Die durch den Absorber im Gegenstrom zur Gasmischung strömende Absorptionsflüssigkeit, die somit allmählich angereichert wird, strömt durch die Leitung 6 und den Temperaturwechler 7 nach dem Kocher zurück, aus welchem sie ununterbrochen nach dem Absorber durch die Leitung 5 und den Temperaturwechsler zurückströmt.

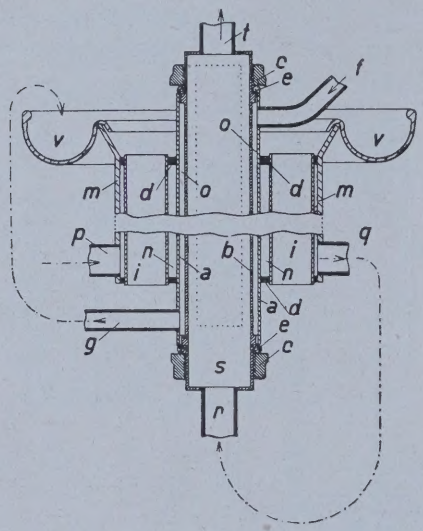


Bei einem System der fraglichen Art ist die erreichte Kühlwirkung offenbar zum wesentlichen Teil von der Geschwindigkeit abhängig, mit welcher das Hilfsmittel zum zirkulieren gebracht werden kann. Erfindungsgemäß wird auch bei großen Strömungswiderständen eine genügend schnelle Zirkulation erreicht dank des Ueberdruckes im Kocher, indem dieser Ueberdruck sich selbsttätig den vorhandenen Widerständen der Zirkulationssysteme anpaßt. Voraussetzung hierfür ist nur, daß der Kondensator 4 in genügender Höhe oberhalb des Verdampfers angebracht wird, damit die Druckhöhe der freien Flüssigkeitssäule in dem in den Verdampfer hineinragenden Ende der Rohrleitung 11 den Gegendruck teils der Flüssigkeit im Verdampfer und teils des Strömungswiderstandes im Temperaturwechsler 16 das Gegengewicht halten kann. Die Zirkulationsgeschwindigkeit ist jedoch nicht nur von dem Ueberdrucke und dem Strömungswiderstande, sondern selbstverständlich auch von derjenigen Geschwindigkeit abhängig, mit welcher teils das Kältemittel im Kondensator 4 kondensiert und teils das Hilfsmittel im Absorber absorbiert wird. Die Verflüssigung des Kältemittels kann immer durch entsprechende Bemessung des Kondensators 4 abgepaßt werden. Um eine möglichst effektive Absorbierung des Hilfsmittels zu erreichen, ist es wichtig, daß das letztere in innige Berührung mit der Absorptionstlüssigkeit gebracht und daß die Flüssigkeit in lebhafter Zirkulation gehalten wird.

Die beschriebene Anordnung kann gegebenenfalls auf solche Weise abgeändert werden, daß der obere Teil des Absorbers als Kondensator für das Kältemittel ausgebildet wird, wobei der besondere Kondensator 4 überflüssig wird.

13 Patent-Ansprüche:

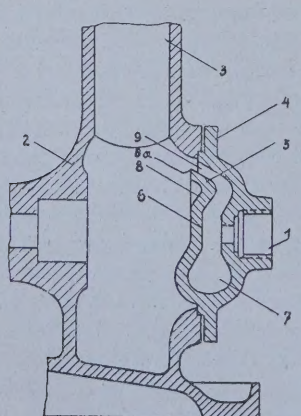
17a, 13. 456568. Rohrbündelverflüssiger für Kälteerzeugungsanlagen. Dr.-Ing. Siller & Rodenkirchen G. m. b. H. in Rodenkirchen a. Rh. Patentiert im Deutschen Reich vom 24. Juni 1926 ab. Das Hauptpatent hat angefangen am 24. Juni 1926.



Patentanspruch:

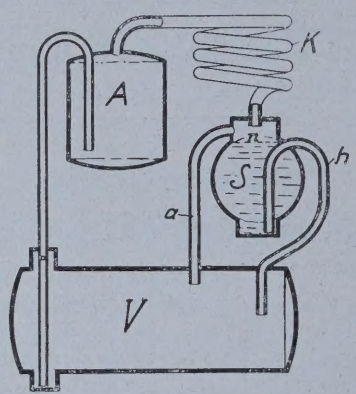
Rohrbündelverflüssiger für Kälteerzeugungsanlagen, der aus beiderseitig durch Stirnwände abgeschlossenem Mantelrohr und durch diese Stirnwände hindurchtretenden Innenrohren besteht und bei dem das verflüssigte Kältemittel in einem Tauchraum nachgekühlt wird, nach Patent 451289, dadurch gekennzeichnet, daß als Tauchraum (o) für den Nachkühler eines der Innenrohre (a) dient, in welchem ein das verflüssigte Kältemittel führendes zweites Rohr (b) konzentrisch gelagert ist, wobei der zwischen beiden Rohren (a und b) verbleibende ringförmige Leitungsraum (o) von dem vollen, also noch nicht in mehrere Zweige gespaltenen Kühlflüssigkeitsstrom durchflossen wird.

17a, 17. 456569. Kurbelgehäuse einer Kleinkältemaschine. Gustav Strobl in Magdeburg. Patentiert im Deutschen Reiche vom 12. September 1926 ab.



Vorliegende Erfindung betrifft nun eine Vorrichtung zur Abscheidung von flüssigem Kältemittel unmittelbar vor Eintritt in den Verdichter, die auch für Kleinkältemaschinen geeignet ist und die dadurch gekennzeichnet ist, daß das Gehäuse der Maschine selbst mit einer geeigneten Prallwand und mit einem Flüssigkeitssammelraum versehen ist, der die abgeschiedene Flüssigkeit so lange zurückhält bis sich wieder überhitzter Dampf aus dem Kühlsystem einstellt, der durch Nachverdampfen die angesammelte Flüssigkeit wieder aufzehrt.

17a, 9. 456691. Periodisch wirkende Absorptions-Kältemaschine. Gebrüder Bayer Kältemaschinen-Fabrik in Augsburg.



Das aus dem Kondensator K kommende verflüssigte Kältemittel sammelt sich in dem Flüssigkeitssammler S an. Um zu vermeiden, daß durch den in der Apparatur herrschenden Druck das Kältemittel während des Kochprozesses aus dem Flüssigkeitssammler S in den Verdampfer V gedrückt wird, ist Druckausgleichsleitung a zwischen Sammler S und Verdampfer V angebracht. Der Flüssigkeitssammler ist im Verhältnis zum Inhalt des Kochers A so bemessen, daß er bis zur Niveauhöhe n gefüllt ist, wenn das Ende des Kochprozesses erreicht ist. Sobald durch Abkühlen des Kocherabsorbers A Unterdruck in der ganzen Apparatur entsteht, wird der Inhalt des Flüssigkeitsammlers S in den Verdampfer V mittels des Heberrohres h hinabgehebert. Die Verdampfung des Kältemittels findet nunmehr statt. Es gelangt also das Kältemedium erst in dem Augenblick in den Verdampfer, wo bereits die Verdampfung stattfinden kann.

17g, 2. 426112. Verfahren zur Gewinnung von Argon aus atmosphärischer Luft. Michael Zack in Zürich, Schweiz. Patentiert im Deutschen Reiche vom 12. Mai 1921 ab.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Gewinnung von Argon aus Rohsauerstoff, bei welchem letzterer dem Apparat flüssig zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der leichter kondensierbare Teil des Gemisches — hauptsächlich Sauerstoff und Argon — unter verminderten Druck gebracht wird und zur Verflüssigung des verdampften Teiles desselben Gemisches — hauptsächlich Stickstoff und Argon — dient, wodurch eine gleichzeitige Trennung des ersteren durch vorgängige Verdampfung und des letzteren durch vorgängige Verflüssigung des Argons erreicht wird.

2. Verfahren nach Anspruch I, dadurch gekennzeichnet, daß der verminderte Druck bis zum Unterdruck getrieben wird.

3. Verfahren nach Anspruch I, dadurch gekennzeichnet, daß der flüssige Rohsauerstoff bereits bei Unterdruck zugeführt wird.

17a, 17. 457125. Vorrichtung zum Entlüften von Kältemaschinen. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges. in Berlin-Siemenstadt. Patentiert im Deutschen Reiche vom 1. Dezember 1923 ab. (Erfinder: E. Altenkirch).

Es ist für ein gutes Arbeiten der Kältemaschine von besonderer Bedeutung, daß keine Luft aus dem Entlüftungsgefäß in die Maschine zurückströmen kann. Gemäß der Erfindung ist zu diesem Zwecke außer der den Entlüftungsbehälter an den Kondensator anschließenden Leitung eine zweite ständig offene Verbindungsleitung angeordnet, durch die das verflüssigte Kältemittel aus dem Entlüftungsbehälter an eine andere Stelle der Leitung des Kondensats zurückgeführt wird. Dieser Teil der Kondensatleitung steht dauernd unter Flüssigkeit, so daß hier keine Luft aus dem Entlüftungsbehälter austreten kann. Damit die Luft nicht durch die erste Verbindungsleitung des Entlüftungbehälters mit dem Kondensator zurückfließen kann, wird außerdem erfindungsgemäß in der ersten Verbindungsleitung ein Flüssigkeitsverschluß gebildet.

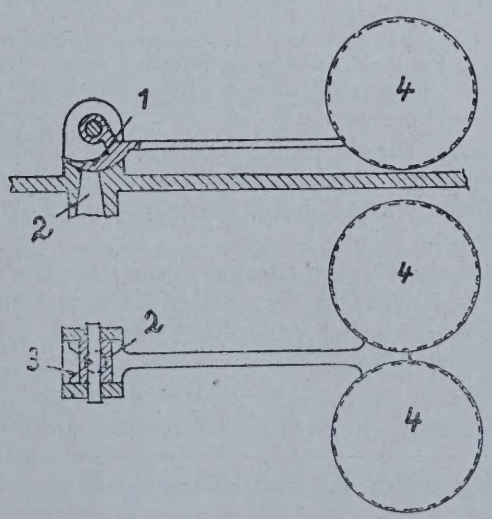
17a, 9. 457311. Verfahren zur Entfernung von Lösungsmitteln aus dem Verdampfer bei periodisch arbeitenden, schwingbaren Absorptionskältemaschinen. Erich Kindermann in Berlin-Reinickendorf. Zusatz zum Patent 435994. Patentiert im Deutschen Reiche vom 29. Mai 1927 ab. Das Hauptpatent hat angefangen am 11. März 1925.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Entfernung von Lösungsmitteln aus dem Verdampfer bei periodisch arbeitenden arbeitenden, schwingbaren Absorptionskältemaschinen gemäß Patent 435994, dadurch gekennzeichnet, daß die Einschaltung des Heizstromes so lange verzögert wird, bis die Temperatur im Verdampfer eine vorher bestimmte Höhe erreicht hat.

Zwei weitere Ansprüche.

17a, 4. 457734. Schwimmerregler. Gabriel Zwicky in Winterthur, Schweiz.



Patententanspruch:

1. Schwimmerregler zur selbststätigen Regelung der Flüssigkeitsförderung aus einem unter Druck stehenden Behälter, insbesondere für Kältemaschinen, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwimmer mittels einer Stange mit einem mit keilförmigem Einschnitt versehenen Schieber verbunden ist, der unter dem Druck im Behälter auf seine Sitzfläche gedrückt wird.

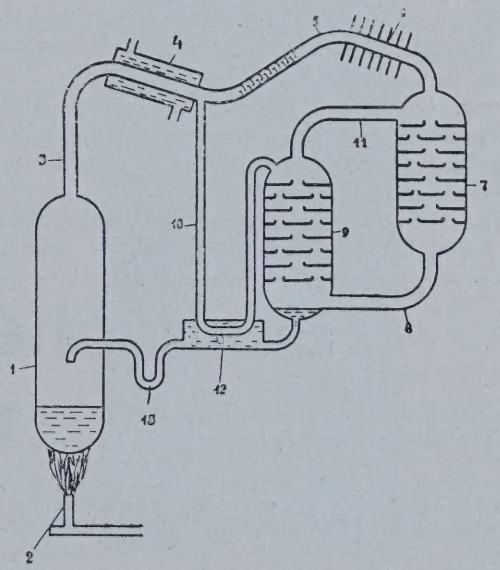
17a. 9. 457681. Kühlverfahren. The Silica Gel Corp. in Baltimore, V. St. A. Patentiert im Deutschen Reiche vom 12. März 1926 ab.

Patentansprüche:

1. Kühlverfahren, bei dem ein Kältemittel aus einer feinporigen festen Substanz im dampfförmigen Zustande ausgetrieben und von ihr wieder adsorbiert wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeiten der Austreibung des Kältemittels aus dem adsorbierenden Material und diejenigen der Adsorbierung des Kältemittels selbsttätig geregelt werden, und zwar mit Hilfe von temperatur-, druck- und füllungsabhängigen Schaltmitteln.

16 weitere Ansprüche. 12 Seiten Beschreibung, 17 Abb.

17a, 8. 458091. Verfahren zur Kälteerzeugung durch eine mit indifferentem Gas arbeitende Absorptionsmaschine. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag in Stockholm. Patentiert im Deutschen Reiche vom 6. Oktober 1926 ab. (Erfinder: Carl Alexander Weßblad).



Die Erfindung betrifft ein neues Verfahren zur Kälteerzeugung in Absorptionsapparaten, insbesondere in solchen, die mit einem indifferenten, druckausgleichenden Gas arbeiten. Sie bezweckt, eine Vereinfachung dadurch zu erreichen, daß die zur Kälteerzeugung bei den bisher bekannten Verfahren notwendige Pumpe fortfallen kann. Sie löst diese Aufgabe im wesentlichen dadurch, daß das Apsorptionsmittel sowie das Kältemittel verdampft, beide kondensiert und das wiederverdampfte Kältemittel mit dem flüssigen Absorptionsmittel wieder vereinigt werden Zweckmäßig wird bei der Kondensation des Absorp-

tionsmittels gewonnene Wärme wärmetechnisch weiterverwertet.

Wasser und Ammoniak werden im Kocher 1 verdampft und steigen durch das Rohr 3 zu dem ersten Kondensator 4 beliebiger Bauart, in dem das Absorptionsmittel, in diesem Falle Wasser, verflüssigt wird. Die Dämpfe des Kältemitels, treten durch ein noch mit einem Wasserabscheider versehenes Rohr 5 weiter in den zweiten Kondensator 6 beliebiger Ausführung, wo sie verflüssigt werden. Das flüssige Kältemittel tritt von hier in den Verdampfer 7, wo es zweckmäßig in Gegenwart eines druckausgleichenden Gases, beispielsweise Wasserstoff, verdampft. Das Gasgemisch tritt durch das Rohr 9 in den Absorber 9. Hier trifft es auf das durch das Rohr 10 vom ersten Kondensator 4 herablaufende Absorptionsmittel, das das Kältemittel im Absorber aufnimmt, während das indifferente Gas durch das Rohr 11 zum Verdampfer zurücktritt. Die reiche Absorptionslösung fließt durch das Rohr 12 in den Kocher zurück.

17a, 17. 460752. Verfahren zur Reinigung des in einer Kältemaschinenanlage umlaufenden Kältemittels. Dr.-Ing. Albert Klein in Stuttgart. Patentiert vom 22. August 1925 ab. Zusatz zum Patent 459046.

In dem Kälteerzeugungssystem nach dem Hauptpatent wird eine nicht verflüssigte Mischung von gasförmigen Verunreinigungen und etwas Dampf des Kühlmittels vom Hauptkondensator durch einen wassergekühlten Hilfskondensator geführt, um den Kältemitteldampf weiter zu verflüssigen, bevor die endgültige Trennung der gasförmigen Verunreinigungen aus dem Kondensat erfolgt. Ferner wird zum Reinigen des flüssigen Kältemittels und zum Abscheiden desselben in Dampfform aus Verunreinigungen, wie Oel, Wasser, Schmutz u. dergl., das flüssige Kältemittel während des Betriebes des Systems der mittelbaren Heizwirkung eines aus dem Kondensator kommenden warmen Kältemittels unterworfen.

Die Erfindung beruht auf der Beobachtung, daß das kalte, flüssige Kältemittel, welches dem Reiniger zugeführt wird, vorteilhaft als Kühlmittel zum Verflüssigen des Kältemitteldampfes aus den gasförmigen Verunreinigungen verwendet werden kann, indem der warme Dampf und die gasförmigen Verunreinigungen als Heizmittel für den Reiniger benutzt werden, so daß der Hilfsverflüssiger fortfallen kann und der Apparat vereinfacht wird.

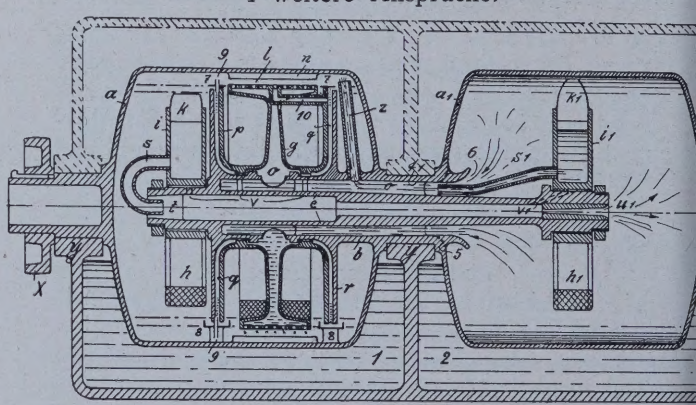
16 Patentansprüche.

17a, 2. 460936. Eis- bzw. Kühlmaschine mit umlaufenden Verdampfer- und Kondensatorgehäusen. Otto Hardung in Berlin-Friedenau. Patentiert vom 5. Mai 1925 ab.

Patentansprüche:

1. Eis- bzw. Kühlmaschine mit umlaufenden Verdampfer- und Kondensatorgehäusen, in welchen die Kälteflüssigkeiten durch die Zentrifugalkraft an den inneren Umfang derselben geschleudert werden und darin je einen Flüssigkeitsring bilden, dadurch gekennzeichnet, daß der rotierende Flüssigkeitsring in dem umlaufenden Kondensatorgehäuse am äußeren Umfang einer darin befindlichen, aber ruhenden Trommel (g) vorbeistreicht, die an ihrem Umfange mit Düsen oder Löchern (l) versehen ist und durch Injektorwirkung Dämpfe aus dem Innern der ruhenden Trommel in den Innenraum des umlaufenden Gehäuses hineinbefördert.

4 weitere Ansprüche.



Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender:	Schriftführer:	Schatzmeister: **E. Brandt,** Direktor
Geh.-Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. **H. Lorenz**	**A. Kaufmann,** Oberingenieur	Berlin-Hermsdorf, Waldseestraße 5
Technische Hochschule Danzig	Berlin W 35, Blumeshof 14/I	Postscheck-Konto Berlin Nr. 148122

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Ober-Reg.-Rat Prof. Dr. **Fr. Henning,** Berlin.
Arbeitsabtlg. II: Für Bau u. Lieferung von Maschinen, Apparaten. Obmann: Direktor Dipl.-Ing. **O. Hippenmeyer,** Wiesbaden
Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis. Obmann: Veterinärrat Direktor **Dr. Bützler,** Köln

An unsere verehrlichen Mitglieder!

Fest der Technik, Berlin. Nach dem großen Erfolg im vergangenen Jahre haben die technisch-wissenschaftlichen Vereine Berlins beschlossen, auch im laufenden Jahre und zwar am Dienstag, 13. November in sämtlichen Räumen des Zoologischen Gartens das Fest der Technik zu wiederholen.

Die Einladungen hierzu werden wir den Mitgliedern in der zweiten Hälfte des Monats Oktober zugehen lassen, und bitten wir schon jetzt den obengenannten Termin freizuhalten und die auf den Einladungskarten gegebenen Angaben für den Bezug der Eintrittskarten und für Tischbestellungen gefl. beachten zu wollen.

Regeln für Leistungsversuche. Wir hoffen, unseren Mitgliedern die Fertigstellung in einem der nächsten Hefte bekanntgeben zu können.

Berlin, Anfang Oktober 1928.

Der Vorstand
i. A.: A. Kaufmann, Schriftführer.

Dem vorliegenden Heft ist ein Prospekt der Firma **Dr.-Ing. Siller & Rodenkirchen, Rodenkirchen bei Köln,** beigefügt.

Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1893 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

Schriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W.
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

11. Heft **Berlin W. 9, im November 1928** **35. Jahrgang**

Inhalt:

Abhandlungen, Vorträge, Berichte. Versuche über den Wärmeübergang in ruhender Luft. Von Ernst Schmidt, Danzig. S. 213. — Die Ausbildung von Kälte-Ingenieuren. Von Prof. R. Plank, Karlsruhe. S. 219. — Tiefste erreichbare Grenztemperaturen bei Absorptionsmaschinen mit Gasumlauf und Ammoniaklösung. Von K. Nesselmann. (Schluß). S. 221. — Die Einwirkung von niedrigen Temperaturen auf Pflanzenzellen. Von Lorenz Rasmusson, Norrköping (Schweden). S. 224.
Zeitschriftenbericht. S. 228. — **Verschiedenes.** S. 229. **Bücherbericht.** S. 229. — **Wirtschaftliche Nachrichten.** S. 230. — **Kleine Mitteilungen.** S. 230. — **Persönliches** S. 230. — **Patentberichte.** S. 230. — **Deutscher Kälte-Verein.** S. 232. — Berliner Kälte-Verein. S. 232.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

Versuche über den Wärmeübergang in ruhender Luft

von Ernst Schmidt, Danzig.

Vortrag auf der ordentlichen Hauptversammlung des Deutschen Kältevereins in Danzig am 22. Juni 1928.

Meine Herren! Die Wärmeübertragung in ruhender Luft ist für die Kältetechnik in mehrfacher Hinsicht von Bedeutung:

In einem Kühlraum z. B. muß die Wärme des Kühlgutes an die Luft und von dieser an Kühlflächen übertragen werden. Meistens wird die Luft dabei nicht künstlich bewegt, sondern ist in Ruhe bis auf die unmittelbare Nachbarschaft der die Wärme übertragenden Oberflächen, wo Temperatur- und damit Dichteänderungen Luftströmungen erzeugen, die man als »freie Strömung« bezeichnet. Man spricht daher von Wärmeübertragung »in ruhender Luft« oder »bei freier Strömung«. Aehnliche Strömungsvorgänge treten in abgeschlossenen Lufträumen auf, wie man sie zur Wärmeisolierung z. B. in Gebäudewänden anordnet, nur nimmt hier die ganze eingeschlossene Luftmenge an der Bewegung teil.

Im Gegensatz hierzu steht die Wärmeübertragung in stömender Luft, wo die geringen durch Temperaturunterschiede hervorgerufenen Bewegungen meist gegen die aufgezwungene Strömung zu vernachlässigen sind.

Wir wollen uns hier nur mit dem ersten Fall der Wärmeübertragung bei freier Strömung befassen.

Praktisch interessiert dabei vor allem, wieviel Wärme von der Flächeneinheit der wärmeübertragenden Oberfläche in der Zeiteinheit bei gegebener Temperaturdifferenz ausgetauscht wird, denn hiervon hängt die Größe der erforderlichen Oberflächen oder, wenn diese festliegen, die notwendige Kühldauer ab.

Als Maß für die Güte des Wärmeaustausches benutzt man die Wärmeübergangszahl α. Darunter versteht man bekanntlich diejenige Anzahl von Kalorien, welche stündlich von 1 Quadratmeter Oberfläche je Grad Temperaturunterschied mit der Umgebungsluft ausgetauscht wird.

Ueber diese Wärmeübertragung in ruhender Luft haben wir im Maschinenlaboratorium der Technischen Hochschule Danzig einige Versuche angestellt, über die ich berichten will.

Eine sehr einfache Möglichkeit der Messung der Wärmeübergangszahl eines Körpers von 0^0 in Luft von Zimmertemperatur bietet ein gewöhnlicher Eisblock. Beobachtet man den Verlauf des Abschmelzvorganges, so ist die an jeder Stelle seiner Oberfläche stündlich abschmelzende Schicht-

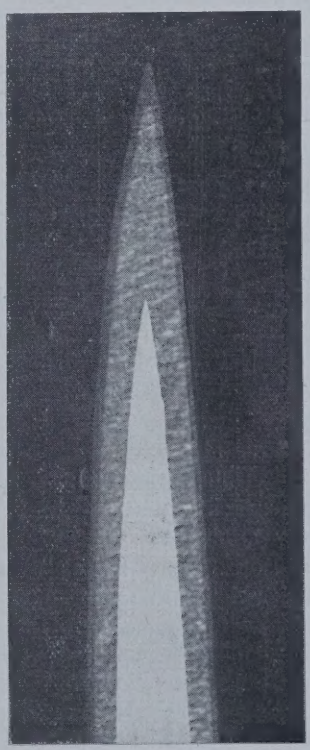


Abb. 1. Schattenrisse einer von der Schmalseite gesehenen flachen senkrecht stehenden Eisplatte im Verlauf des Abschmelzvorganges.

dicke unter Berücksichtigung der bekannten Schmelzwärme des Eises ein Maß für die zugeführte Wärme und man erhält aus ihr die Wärmeübergangszahl an jeder Stelle des Blockes. Als Versuchsobjekte dienten uns schmale Eisblöcke von völlig blasenfreiem Eis, die wir mit Hilfe einer genügend weit entfernten punktförmigen Lichtquelle auf ein photographisches Papier projizierten. Man kann dabei auf dasselbe Papier nacheinander mehrere Schattenrisse abbilden und aus dem Abstand zweier etwa eine Stunde aus-

einander liegender Umrisse die Wärmeübergangszahl ermitteln. Solche Schattenrisse zeigt die Abb. 1. Die Versuche wurden von meinem Assistenten, Herrn Dipl.-Ing. Piening, ausgeführt.

Verwendet man nicht zu dicke, also nahezu plattenförmige Eisblöcke, so zeigt sich, daß an der Oberkante bald eine ziemlich scharfe Schneide entsteht, deren Form sich im weiteren Verlauf des Vorganges nicht mehr ändert. Geht man von schon annähernd richtig zugeschärften Schneidenformen aus, so erhält man beim Abschmelzvorgang sich dauernd

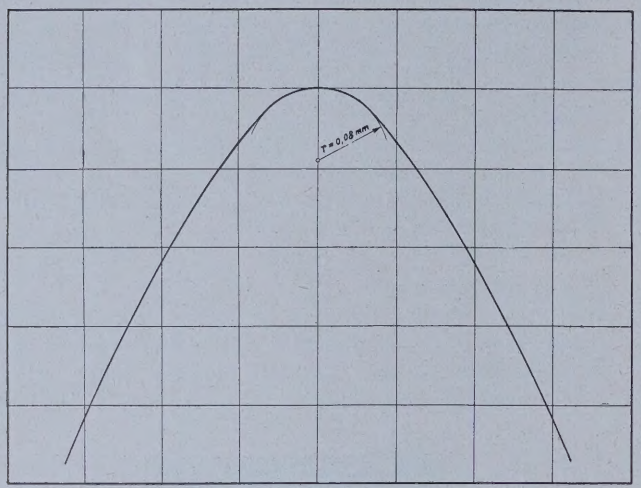


Abb. 2 Umrißlinie der Oberkante eines abschmelzenden Eisblockes, 100fach vergrößert (die Seitenlänge der Quadrate des Netzes entspricht 0,1 mm der Wirklichkeit).

kongruent bleibende Formen, wie es Abb. 1 zeigt. Die obere Kante eines solchen Abschmelzblockes scheint eine ziemlich spitzwinkelige Schneide zu bilden; die Beobachtung unter dem Mikroskop zeigt aber, daß dies nicht der Fall ist, sondern daß die Kante abgerundet ist mit einem kleinsten Krümmungsradius von etwa 0,08 mm. Die unter dem Mikroskop nachgezeichnete Umrißlinie der Kante stellt Abb. 2 in 100facher Vergrößerung dar.

Der Vergleich zweier aufeinander folgender Umrisse zeigt, daß die abgeschmolzene Schichtdicke und damit auch die Uebergangszahl an der Spitze am größten ist und nach unten hin zunächst rasch und dann langsamer abnimmt.

Bleibt die Form des Blockes während des Abschmelzvorganges sich selbst kongruent, so kann man, wie eine einfache mathematische Betrachtung zeigt, die Wärmeübergangszahl an einer beliebigen Stelle auch aus der Sinkgeschwindigkeit der Spitze und dem Winkel der Tangenten zweier symmetrisch liegenden Punkte des Eisblockes entnehmen. Die Bestimmung dieses Winkels erfolgt am einfachsten optisch, indem man durch den Eisblock als Prisma einen Lichtstrahl hindurchgehen läßt und aus dessen Ablenkung und dem bekannten Brechungsexponenten des Eises den brechenden Winkel bestimmt.

An der Spitze selbst ergibt sich die Uebergangszahl unmittelbar aus der stündlichen Sinkgeschwindigkeit zu etwa 25—30 kcal/m^2 h ^{0}C.

Die in dieser Weise bestimmten Uebergangszahlen sind in der Abb. 3 über der Entfernung von der Oberkante aufgetragen. Die Messungen beziehen sich sämtlich auf Temperaturunterschiede von etwa 20^0 und enthalten nur die durch Berührung übertragene Wärmemenge. Der Anteil der Wärmestrahlung ist also bereits in Abzug gebracht.

Wäre die Oberkante nicht abgerundet, sondern eine mathematisch scharfe Schneide, so würde die Uebergangszahl an ihr noch höhere Werte annehmen, aber das ist praktisch ohne Bedeutung, da dieser hohe Wert nur für einen Streifen von weniger als 0,1 mm Breite in der unmittelbaren Nähe der Kante gelten würde.

Dieses Eisblockverfahren erlaubt in sehr einfacher Weise das Studium der Wärmeabgabe beliebig gestalteter Körper und läßt sich auch auf Wärmeübergangsvorgänge in strömender Luft übertragen. Will man nur die mittlere Uebergangszahl der ganzen Oberfläche bestimmen, so genügt es schon, den Körper auf eine Wage zu stellen und die Gewichtsabnahme durch Abschmelzen oder die Schmelzwassermenge zu bestimmen. Mißt man beides, so könnte man sogar den Teil der übertragenen Wärme, welcher von der Kondensation des in der Raumluft enthaltenen Wasserdampfes herrührt, gesondert bestimmen.

Das Eisblockverfahren gibt zwar die Wärmeübergangszahl an jeder Stelle einer beliebigen wärmeabgebenden Oberfläche, aber es sagt uns nichts über die Temperatur- und Geschwindigkeitsverteilung der Luft in der Nähe dieser Oberfläche.

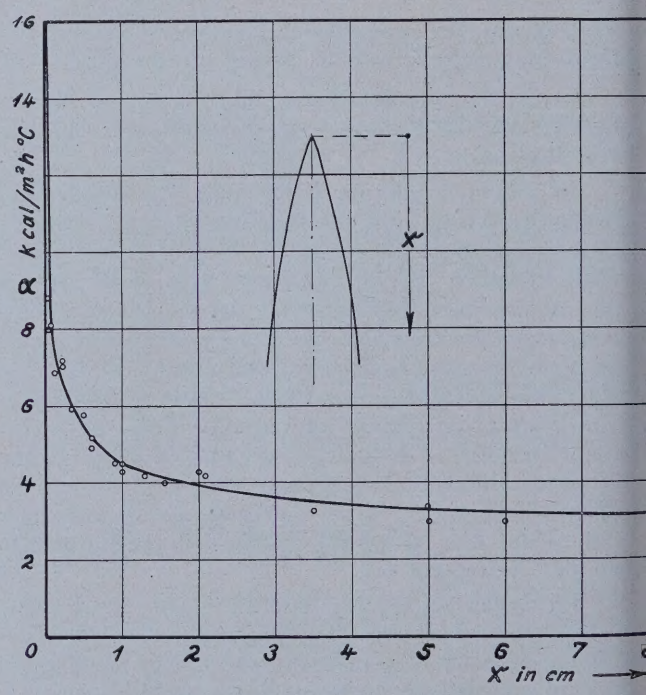


Abb. 3. Wärmeübergangszahl an einem Eisblock in Abhängigkeit von der Entfernung von der Oberkante.

Die Lufttemperatur muß mit Annäherung an die Oberfläche sich stetig der Oberflächentemperatur nähern, da Temperatursprünge nicht auftreten können.

Die Luftgeschwindigkeit ist in genügender Entfernung von der Oberfläche = O und hat nur dort endliche Werte, wo die Lufttemperatur durch die Wärmeströmung beeinflußt ist. An der Oberfläche muß sie aber wieder auf O abnehmen, da ein Geschwindigkeitssprung durch die Zähigkeit der Luft verhindert wird. Am schmelzenden Eisblock ist die Luftgeschwindigkeit also gleich der Geschwindigkeit der Oberflächenhaut des herabrieselnden Schmelzwassers.

Die Ausmessung des Temperaturfeldes ist verhältnismäßig leicht möglich durch Abtasten mit einem

dünnen Thermoelement von etwa $^1/_{50}$ mm Drahtstärke. Solche Aufnahmen des Temperaturfeldes vor einer senkrechten Platte von 50·50 cm² Größe bei etwa 100° Plattentemperatur sind kürzlich von Nusselt und Jürges[1]) veröffentlicht worden.

Größere Schwierigkeiten macht die Ausmessung des Geschwindigkeitsfeldes, da es sich um sehr kleine Geschwindigkeiten von der Größenordnung einiger cm/sec handelt, für welche die üblichen Meßmethoden etwa mit Pitotrohren unter Benutzung des Staudruckes versagen.

Es liegt nahe, die Messung mit Hitzdrahtsonden auszuführen. Eine Hitzdrahtsonde ist bekanntlich ein dünner elektrisch geheizter Draht, der um so stärker gekühlt wird, je größer die Luftgeschwindigkeit in seiner Umgebung ist. Man kann dann aus der zur Aufrechterhaltung einer bestimmten elektrisch gemessenen Uebertemperatur erforderlichen Heizleistung auf die Strömungsgeschwindigkeit schließen. Das Verfahren ist recht empfindlich, aber es ist für die vorliegende Aufgabe wenig geeignet, da außer der Geschwindigkeit auch die Temperatur in dem auszumessenden Bereich sich ändert und da die vom Hitzdraht selbst aufsteigende Luft das Feld stört.

[1]) W. Nusselt und W. Jürges: Das Temperaturfeld über einer lotrecht stehenden geheizten Platte. Z. d. V. D. I. Bd. 72, 1928, S. 597.

Ich habe daher das folgende Verfahren benutzt, das sich gut bewährte:

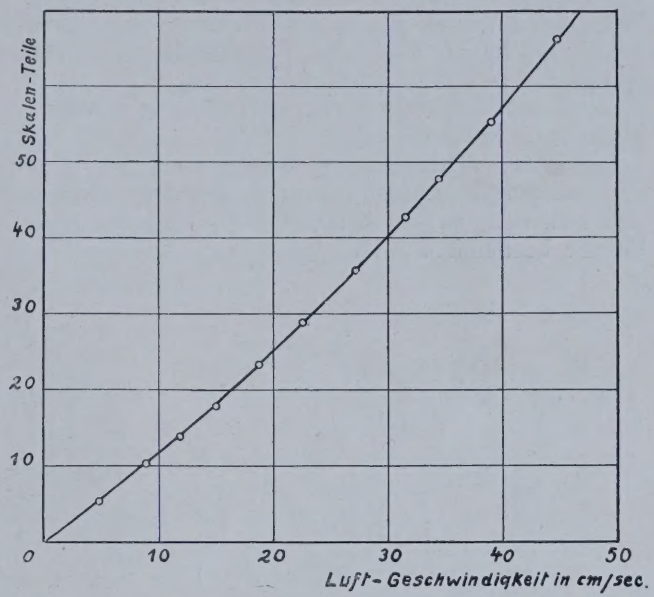


Abb. 4 Ausschlag der Spitze eines Glasfadens von etwa 0,02 mm Durchmesser im Luftstrom in Abhängigkeit von der Strömungsgeschwindigkeit.

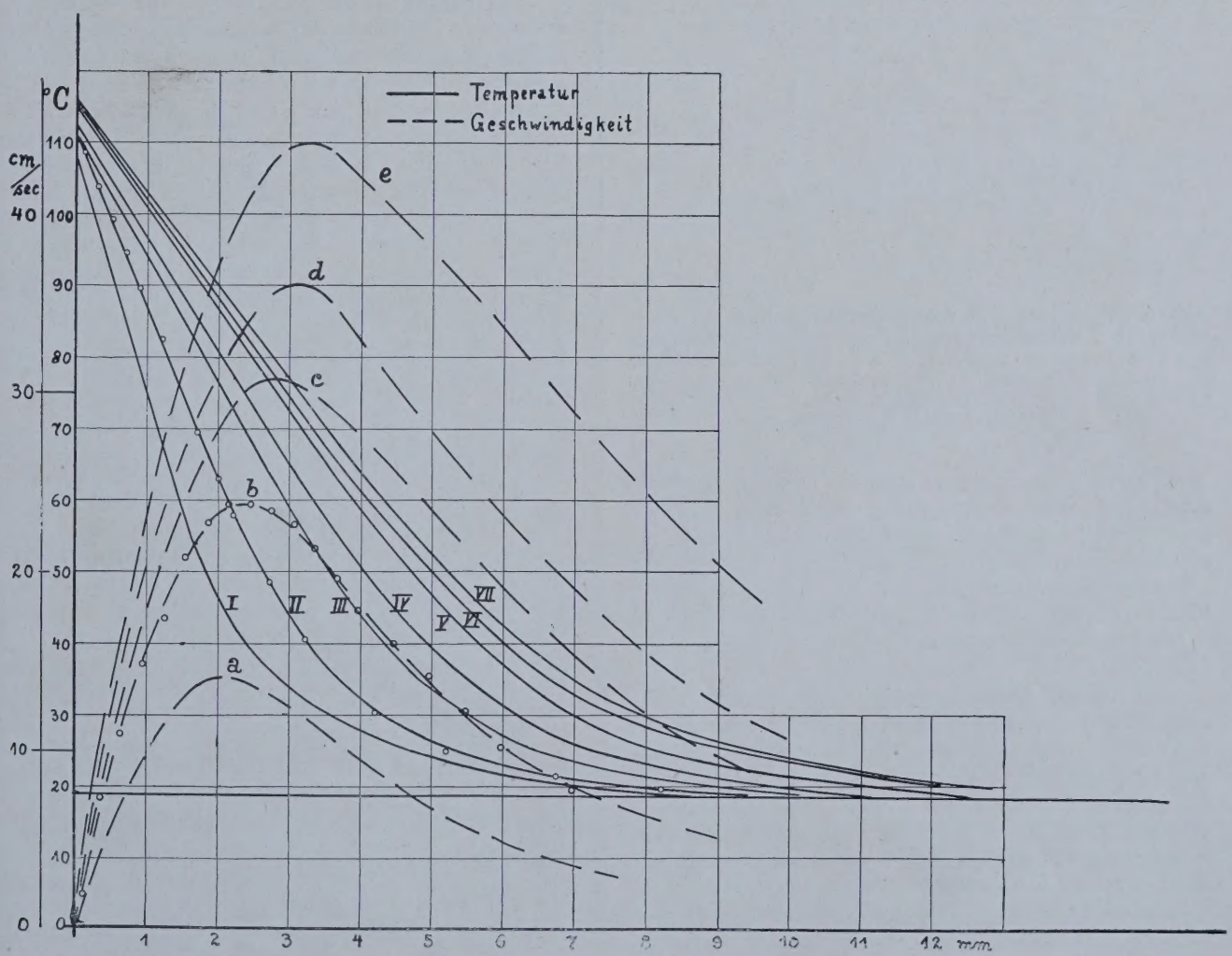


Abb. 5. Temperatur- und Geschwindigkeitsverteilung in der Luft vor einer wärmeabgebenden senkrechten blanken Messingplatte von 25 × 25 cm². Die Buchstaben und römischen Ziffern an den Kurven geben die Lage der in Abb. 6 mit gleichen Bezeichnungen eingetragenen Meßquerschnitte. Um die Abb. nicht zu überladen, sind nur bei den Kurven II und b die Meßpunkte eingezeichnet, die anderen Kurven sind ebenso gut durch Meßpunkte bestimmt.

In das Strömungsfeld wird ein dünner Glasfaden von etwa $^1/_{50}$ mm Durchmesser gebracht, der sich unter der Wirkung der Strömung ausbiegt und dessen Ausschlag als Maß für die Strömungsgeschwindigkeit dient. Bei Fäden von 1 bis 2 cm Länge erhält man Ausschläge von einigen Zehntel-mm, die sich in einem Mikroskop von entsprechender Vergrößerung genügend genau messen lassen.

Zur Eichung des Fadens diente eine Düse von rechteckigem Oeffnungsquerschnitt, aus dem ein Luftstrahl austritt, dessen Geschwindigkeit mittels einer Gasuhr bestimmt wurde.

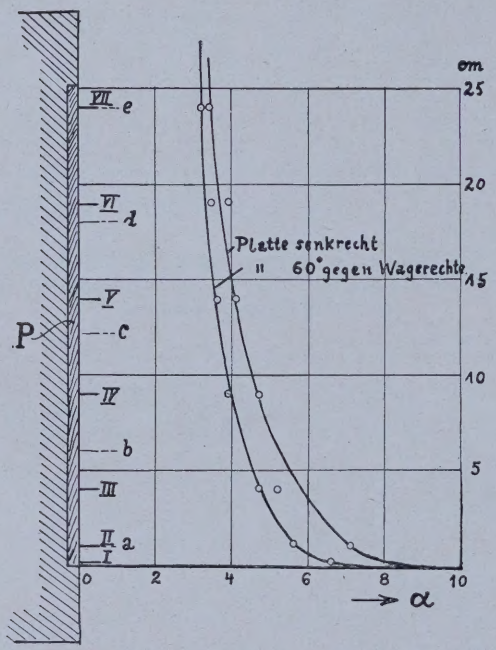


Abb. 6. Verteilung der Wärmeübergangszahlen auf einer senkrechten wärmeabgebenden Messingplatte, entnommen aus dem Temperaturfeld der Abb. 5. An der Darstellung der Meßplatte P sind die Querschnitte mit Buchstaben und römischen Ziffern bezeichnet, in welchen die Kurven der Abb. 5 gemessen wurden.

Die Eichkurve eines solchen Fadens (Abb. 4) zeigt, daß seine Durchbiegung nach einer schwach gekrümmten Kurve mit der Luftgeschwindigkeit zunimmt. Das Verfahren erlaubt, wie die geringe Streuung der Meßpunkte an der Eichkurve zeigt, Messungen der Luftgeschwindigkeit im Bereiche von 0 bis 50 cm/sec mit einer Genauigkeit von wenigen mm sec.

Die Aufnahme des Temperatur- und Geschwindigkeitsfeldes vor einer senkrechten quadratischen Platte von 25 · 25 cm² zeigt die Abb. 5. Darin bedeuten die ausgezogenen Linien die Temperaturverteilung, die gestrichelten die Geschwindigkeitsverteilung, aufgetragen über der Entfernung von der Platte. Die den Kurven beigefügten Zahlen und Buchstaben geben die Lage des Meßquerschnittes vor der Platte entsprechend der Darstellung der Versuchsplatte in der Abb. 6. Man sieht, daß Temperatur- und Geschwindigkeitsfeld sich auf eine Schicht von etwa 12 bis 15 mm Dicke beschränkt und daß die Maxima der Luftgeschwindigkeit 2 bis 3 mm vor der Platte auftreten. Mit der Plattenhöhe nehmen die Luftgeschwindigkeiten zu und ihre Maxima entfernen sich von der Platte.

Es wurden von Herrn Dipl.-Ing. Beckmann verschiedene solche Felder bei Uebertemperaturen von 15 bis 100° ausgemessen. Die maximalen Luftgeschwindigkeiten schwankten dabei zwischen 17 und 45 cm/sec.

Die Dicke der Uebergangsschicht hängt nur wenig vom Temperaturunterschied ab und ist bei 15° Uebertemperatur um etwa $^1/_5$ größer als bei 100°. Es ist daher anzunehmen, daß auch in der Nähe kalter Flächen die Temperatur- und Geschwindigkeitsverteilung von ähnlicher Gestalt ist. Das Vorzeichen der Temperaturdifferenz und die Richtung der Geschwindigkeiten kehren sich dabei natürlich um. Messungen des Geschwindigkeitsfeldes in der Nähe gekühlter Platten sind beabsichtigt.

Aus dem Temperaturgefälle in unmittelbarer Nähe der Oberfläche kann man mit Hilfe der bekannten Wärmeleitzahlen der Luft die Wärmeübergangszahlen an jeder Stelle berechnen. Das Ergebnis für eine senkrechte und für eine um 60° gegen die horizontale geneigte Platte zeigt die Abb. 6. Die Uebergangszahlen sind kleiner als die von Nusselt und Jürges an einer 50 · 50 cm² großen senkrechten Platte gefundenen. Es sind weitere Messungen im Gange, um diesen Unterschied aufzuklären.

Bei Anwendungen hat man es aber nicht immer mit ebenen Platten zu tun, welche einem ausgedehnten Luftraum gegenüberstehen, sondern es sind häufig z. B. bei Rippenrohren, solche Platten in großer Zahl nebeneinander auf ein Rohr aufgereiht, so daß sie sich gegenseitig in ihrer Wärmeabgabe beeinflussen. Man kann nun bei einem Rippenrohr eine gegebene Wärmeleistung entweder durch wenig große weit auseinander stehende oder durch zahlreiche kleinere Rippen erreichen. Theoretische Ueberlegungen[1]) zeigen, daß unter sonst gleichen Verhältnissen große Rippen erheblich mehr Materialaufwand erfordern als zahlreiche kleinere und in engen Abständen angeordnete Rippen, solange sie sich noch nicht gegenseitig in der Wärmeabgabe behindern. Man hat also die Frage zu entscheiden: wie eng dürfen die Rippen eines Rohres ohne Gefahr der gegenseitigen Beeinträchtigung gesetzt werden?

Ein erster Schritt zur Lösung dieser Aufgabe ist der folgende Versuch:

Zwei senkrecht stehende, elektrisch geheizte, blanke Messingplatten von 15 × 15 cm² Größe, die in isolierte Rahmen eingesetzt sind, können in verschiedenen Abständen einander gegenüber gestellt werden und es wird für jeden Abstand die bei einer bestimmten Temperatur abgegebene Wärmemenge ermittelt.

Das Ergebnis dieser Versuche, welche Herr Holl durchgeführt hat, zeigt Abb. 7. Darin ist die Summe der Wärmeabgabe beider auf gleiche Temperatur geheizten Platten in kcal/m² h über ihrem Abstand a aufgetragen für eine Anzahl von Uebertemperaturen $\triangle$ t gegen die Raumluft. Nähert man die Platten aneinander, so beginnt die Beeinflussung der Wärmeabgabe erst bei 15 mm Abstand. Die Wärmeabgabe

[1]) Vergl.: Ernst Schmidt, Die Wärmeübertragung durch Rippen. Z. d. V. d. I., Bd. 70, 1926, S. 885 und 947.

nimmt bei weiterer Verminderung des Abstandes bis auf etwa 5 mm stark ab. Bei 3 mm ist praktisch schon der Wert der Wärmeabgabe erreicht, der bei unmittelbarem Auteinanderlegen auftritt und der die Wärmeabgabe der isolierten Abdeckung der Plattenrückseiten angibt. Bei so kleinen Abständen erreicht demnach die Luft in dem Spalt nicht mehr genügende Geschwindigkeiten, um merkliche Wärmemengen abzuführen. Eine Ausdehnung der Versuche auf kreisförmige Rippen von Rippenrohren ist beabsichtigt.

Die Betrachtung der Wärmeabgabe von 2 einander gegenüberstehenden Platten leitet über zu einem

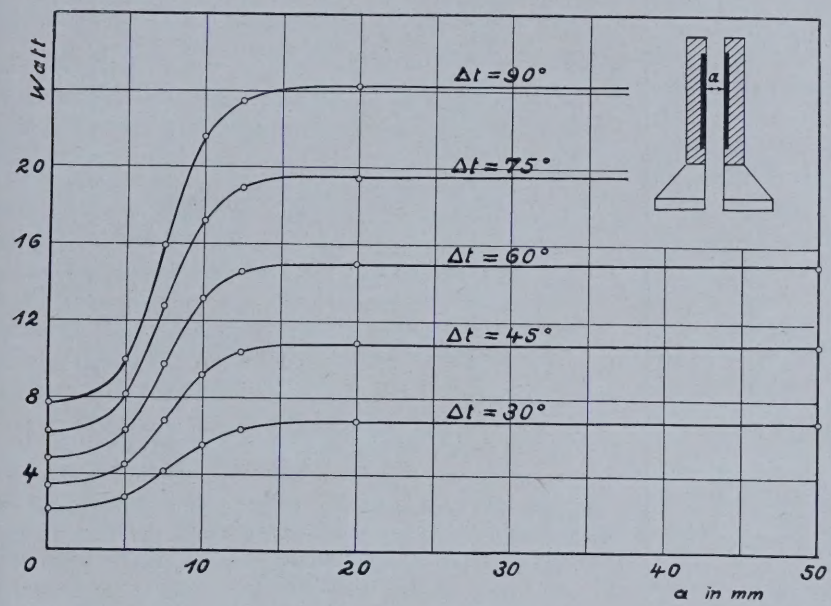


Abb. 7. Wärmeabgabe zweier auf gleiche Uebertemperatur △t gegen die Raumluft geheizten Platten von 15 × 15 cm² Größe in Abhängigkeit von ihrem Abstand a.

weiteren wichtigen Fall der Wärmeübertragung bei natürlicher Konvektion, nämlich zum Wärmedurchgang durch abgeschlossene Luftschichten, welche von zwei Flächen verschiedener Temperatur begrenzt sind.

Den Vorgang der Wärmeübertragung in einer solchen Luftschicht kann man zweckmäßig in die drei Teilvorgänge der Wärmeleitung, Konvektion und Wärmestrahlung zerlegen. Die Wärmeleitung wird bestimmt durch die Wärmeleitzahl λ der ruhenden Luft, die 0,021 kcal/m h °C bei 10° beträgt.

Der tatsächliche Wärmetransport durch die Luftschicht ist aber erheblich größer, da Strömungen auftreten, welche Luftteilchen von der wärmeren an die kältere Seite der Luftschicht befördern. Man mißt den Anteil dieser Strömungsbewegung an der Wärmeübertragung zweckmäßig durch eine scheinbare Wärmeleitzahl der Konvektion λ_k, welche angibt, um wieviel der Betrag der reinen Wärmeleitung durch die Strömung erhöht wird.

Schließlich wird auch noch durch Strahlung ohne Vermittlung der Luft unmittelbar Wärme von der wärmeren Begrenzung an die kältere übertragen, die man zweckmäßig durch die scheinbare Wärmeleitzahl λ_s der Strahlung berücksichtigen kann.

Die wirksame, den gesamten Wärmedurchgang durch die Luftschicht kennzeichnende Wärmeleitzahl λ_w erhält man dann nach der Gleichung:

$$\lambda_w = \lambda + \lambda_k + \lambda_s$$

Um Ihnen einen Ueberblick über die relative Größe dieser Teilbeträge zu geben, sind in Abb. 8 Messungen[1]) wiedergegeben, welche ich über die scheinbare Wärmeleitzahl der Konvektion in senkrechten Luftschichten verschiedener Dicke bei Zimmertemperatur ausgeführt habe, außerdem ist noch ein Meßwert von Nußelt eingetragen. Die Abb. 8 zeigt, daß bei etwa 3,5 cm Schichtdicke die Konvektion eben soviel Wärme überträgt, wie die reine Leitung. Die Wärmeleitzahl der ruhenden Luft wird also gerade verdoppelt. Bei 10 cm Schichtdicke würde der Konvektionsanteil schon das 6fache der reinen Wärmeleitung betragen.

Die scheinbare Wärmeleitzahl der Strahlung läßt sich berechnen, wenn die Strahlungszahlen und die Temperaturen der wärmeaustauschenden Oberflächen bekannt sind. In Abb. 9 sind die Ergebnisse dieser Rechnungen dargestellt, dabei bedeuten C_1 und C_2 die Strahlungszahlen der beiden Oberflächen und C_s ist die Strahlungszahl des absolut schwarzen Körpers.

Besteht die Begrenzung der Luftschicht aus Oberflächen hoher Strahlungszahl, so ergibt sich, daß schon bei wenig über 1 cm Luftschichtdicke und Temperaturen von 0° die Strahlung doppelt so viel Wärme überträgt wie die Leitung. Hierin liegt die Ursache für den geringen Wärmeschutz von Luftschichten, welche von nicht metallischen Flächen begrenzt sind.

Begrenzt man aber die Luftschicht durch blanke Metalle, z. B. durch Aluminium, so erreicht der Wärmetransport durch Strahlung noch bei 6 cm Schichtdicke erst etwa 1/3 der Wärmeleitung.

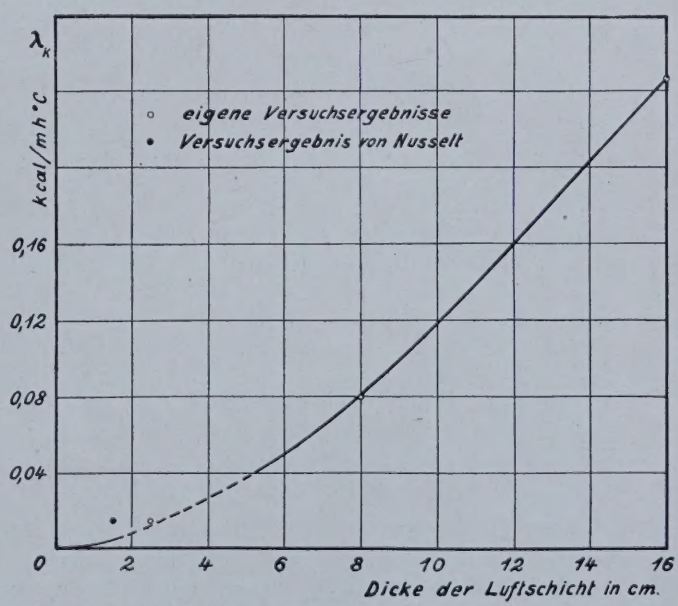


Abb. 8. Scheinbare Wärmeleitzahl der Konvektion in senkrechten Luftschichten in Abhängigkeit von ihrer Dicke.

[1]) Die Abb. 8 und 9 sind dem Aufsatz [Ernst Schmidt, Wärmeschutz durch Aluminiumfolie, Z. d. V. D. I., Bd. 71, 1927, S. 1395 entnommen.

In Abb. 10 sind für eine Temperatur von 10^0 und für Luftschichten verschiedener Dicke, welche von blanker Aluminiumfolie begrenzt sind, die Anteile der Leitung, Strahlung und Konvektion an der wirksamen Wärmeleitzahl aufgetragen. Aus dem Diagramm kann man die Wärmeleitzahlen solcher Luftschichten entnehmen. Es zeigt, daß eine senkrechte Luftschicht von 1 cm Dicke eine wirksame Wärmeleitzahl von 0,025 hat. Für wagerechte Luftschichten, durch

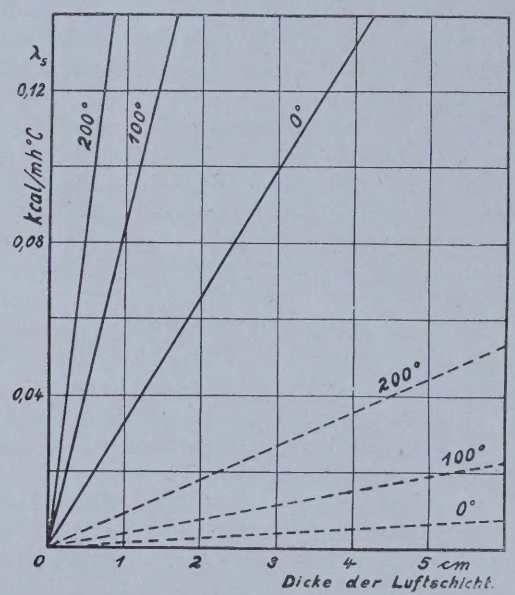


Abb. 9. Scheinbare Wärmeleitzahl der Strahlung in Luftschichten in Abhängigkeit von ihrer Dicke
——— nicht metallische Oberflächen mit $C_1 = C_2 = 0{,}90\ C_s$
– – – – blanke Aluminiumflächen mit
$C_1 = C_2 = 0{,}06\ C_s$ bei 0^0
$C_1 = C_2 = 0{,}06\ C_s$ bei 100^0
$C_1 = C_2 = 0{,}08\ C_s$ bei 200^0

welche die Wärme in Richtung von unten nach oben hindurchströmt, gelten etwa die gleichen Zahlen. In wagerechten Luftschichten, welche von der Wärme von oben nach unten passiert werden, können Konvektionsströme nicht auftreten, da die Dichte der Luft von oben nach unten zunimmt. In diesem Fall braucht man also nur den Strahlungs- und Leitungsanteil anzusetzen und es zeigt sich, daß eine Luftschicht von 6 cm Dicke, begrenzt von blanker Aluminiumfolie, durch welche Wärme von oben nach unten hindurchtritt, bei 10^0 nur eine Wärmeleitzahl von 0,028 besitzt. Man kann also durch Verwendung von Luftschichten, welche von blanker Aluminiumfolie begrenzt sind, den Wärmeschutz der besten Isolierstoffe übertreffen. In der wagerechten Decke eines Kühlraumes wirkt also z. B. eine Luftschicht von 6 cm Stärke, welche beiderseits von blanker Aluminiumfolie begrenzt ist, besser als eine Korksteinschicht dieser Stärke.

Die theoretischen Ueberlegungen stimmen nun recht gut mit der Ausführung überein.

Für eine Isolierplatte, welche nach diesen Gesichtspunkten aus Aluminiumfolien, die durch Holzleisten in etwa 1 cm Abstand gehalten werden, hergestellt war, ergab der Versuch bei 10^0 und senkrechter Anordnung eine Wärmeleitzahl von 0,027. Das Raumgewicht der Platte betrug 22 kg/m³, also nur $^1/_{10}$ des Gewichtes von Korkplatten.

Ich habe Ihnen in meinen Ausführungen nur über einige Versuche berichtet. Es liegt nahe, das Problem des Wärmeübergangs bei freier Störung auch von der theoretischen Seite in Angriff zu nehmen. Es handelt sich dabei um die Lösung der hydrodynamischen Grundgleichungen für zähe Flüssigkeiten in Verbindung mit der Grundgleichung der Wärmeleitung im Strömungsfelde. Das Medium erfährt dabei im Temperaturfelde einen seiner Wärmeausdehnung ent-

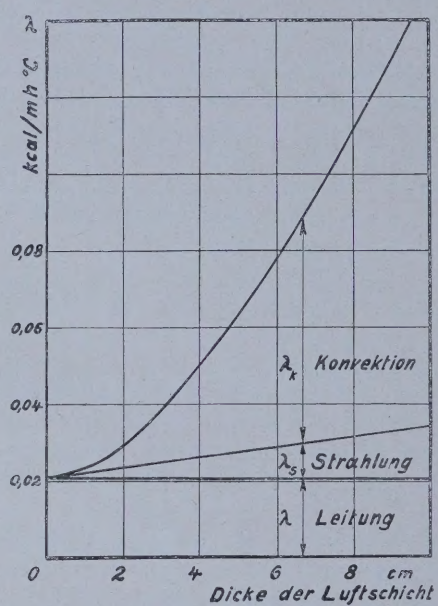


Abb. 10. Wirksame Wärmeleitzahl von Luftschichten begrenzt von blanker Aluminiumfolie und die Anteile von Leitung, Strahlung und Konvektion bei einer Temperatur von 10^0.

sprechenden Auftrieb. Die Versuche zeigen, daß die Strömungen bei nicht zu großer Ausdehnung der wärmeabgebenden Körper turbulenzfrei sind. Man kann das sehr schön bei der Geschwindigkeitsmessung mit dem Glasfaden erkennen, der völlig ruhig und ohne Schwankungen im Strömungsfelde steht.

Die mathematischen Schwierigkeiten der Lösung der Differentialgleichungen sind aber doch zu groß, um praktische Fälle mit brauchbarer Genauigkeit berechnen zu können. Es bleibt daher vorläufig nichts übrig als der mühsamere Weg des Versuches. Die Theorie ist dabei eine wesentliche Hilfe, sie gibt zwar keine vollständigen Lösungen, aber sie zeigt, wie man die Ergebnisse eines Versuches auf eine ganze Reihe ähnlicher Probleme mit anderen Abmessungen und Stoffwerten übertragen kann.

In der dem Vortrag folgenden Aussprache machte Herr Dr. Jürges darauf aufmerksam, daß die Ergebnisse der von Prof. Schmidt gemachten Untersuchung über die Größe der Wärmeübergangszahl in Abhängigkeit von der Höhe einer ebenen Wand nicht ganz mit den Meßergebnissen übereinstimmen, die er vor ca. 3 Jahren in Karlsruhe gemacht hat und die er in Heft 18 der Z. d. V. D. I. 1928 gemeinsam mit Professor Nußelt veröffentlicht hat. Insbesondere wies er darauf hin, daß die Zunahme der Uebergangszahl mit der Wandhöhe bei den Schmidt'schen Versuchen nicht so groß ist, wie bei den seinigen. Ferner hat er die Tiefe der Grenzschicht (Temperaturfeld) merklich größer festgestellt,

als Prof. Schmidt; während dieser eine 15 mm tiefe Schicht bei einer 25 cm hohen Platte gemessen hat, fand er etwa eine 25 mm tiefe Grenzschicht bei einer 50 cm hohen Wand und etwas größeren Uebergangszahlen.

Prof. Schmidt glaubt die Differenzen in der Größe der Uebergangszahlen durch den verschieden ausgebildeten aerodynamischen Anfangszustand der bewegten Luft an der Unterkante der Platten und den Unterschied in der Grenzschichtdicke durch den asymptotischen Uebergang der Temperaturkurven erklären zu können.

Die Ausbildung von Kälte-Ingenieuren

von Prof. Dr. R. Plank, Karlsruhe.

Die Frage der zweckmäßigen Ausbildung von Studierenden an Technischen Hochschulen ist zur Zeit wieder stark umstritten: auf der einen Seite wird eine möglichst allgemeine naturwissenschaftlich-technische Ausbildung verlangt und jedes Spezialstudium abgelehnt, auf der anderen Seite wird die nicht weniger berechtigte Forderung aufgestellt, daß die jungen Akademiker in der Praxis in einem bestimmten Fach recht bald positive Arbeit leisten, wozu sie nur befähigt scheinen, wenn sie neben dem Erwerb eines guten allgemeinen Wissens die Schwierigkeit der Vertiefung in ein einzelnes Problem und die Methodik der technischen Detailarbeit kennen gelernt haben. Die Gefahr liegt darin, daß man entweder oberflächliche Enzyklopädisten heranzieht, die zwar technisch allgemein gebildet, aber nicht zu technischer Einzelarbeit befähigt sind, oder enge Spezialisten, die, mit Scheuklappen versehen, die Welt aus einer winzigen Perspektive beurteilen und die allgemeinen Zusammenhänge nicht kennen.

Gewiß werden in vielen Fällen die angeborenen Charaktereigenschaften das eine oder andere Extrem ausschließen; es wird Menschen geben, die bei noch so verfehlten Unterrichtsmethoden den richtigen Weg finden. Aber die Hochschulen sollten doch eine goldene Mittelstraße zwischen den erwähnten Grenzfällen einhalten und ihre Lehrmethoden auf einen Standard einstellen, der ein produktives, technisches Schaffen bei gleichzeitiger Wahrung des Zusammenhangs mit den allgemeinen geistigen Strömungen gewährleistet.

Die Vermittlung einer vertieften technischen Allgemeinbildung ist heute aus zeitlichen Gründen nicht mehr möglich. Will man überhaupt eine Tiefenleistung hervorbringen, so muß man sich in der Breite außerordentlich beschränken. Ein gesunder Weg ist nun an den meisten deutschen Hochschulen dadurch beschritten, daß in den ersten 4 Semestern, bis zur Vorprüfung, eine möglichst allgemeine, mathematisch-naturwissenschaftliche, konstruktive und betriebstechnische Grundbildung vermittelt wird, die auf keine speziellen Ziele oder Fähigkeiten Rücksicht nimmt. Erst in den höheren Semestern wird den individuellen Wünschen in immer stärkerem Maße Rechnung getragen, wobei auf viele wichtige Gebiete bewußt verzichtet werden muß, bis schließlich in der Diplomarbeit und in noch ausgesprochenerem Maße in einer eventuellen Doktorarbeit eine Spitzenleistung auf engstem Gebiet verlangt wird. Dieses System der Fachrichtungen und Wahlfächer scheint gegenwärtig das zweckmäßigste zu sein. Es bietet die Möglichkeit, an jeder Hochschule diejenigen Sondergebiete zu pflegen, die sich aus der individuellen Zusammensetzung des Lehrkörpers und aus den vorhandenen Einrichtungen ergeben. Es gestattet ferner die Pflege von Grenzgebieten, die zwischen dem engeren Wirkungsfeld der einzelnen Abteilungen liegen und die bisher allgemein stark vernachlässigt wurden.

Von diesen Grenzgebieten möchte ich an dieser Stelle nur das zwischen dem Maschinenbau und der Chemie liegende berühren. Sowohl in der allgemeinen chemischen Technik, wie auch in deren speziellen Gebieten — der Metallchemie, der Gaschemie, der Keramik, der Nahrungsmittelchemie, der landwirtschaftlichen Chemie u. a. — spielen die apparativen und maschinellen Einrichtungen eine immer größere Rolle. Die Mitwirkung des Ingenieurs an den zu lösenden Aufgaben ist eine Forderung des Tages, die nicht länger unerfüllt bleiben darf.

In dieser Erkenntnis hat die Abteilung für Maschinenwesen an der Technischen Hochschule in Karlsruhe in enger Zusammenarbeit mit den Vertretern der Technischen Chemie vor kurzem eine neue Fachrichtung für »Chemie-Ingenieure« ins Leben gerufen, welche Ausbildungsmöglichkeiten in sehr verschiedener Richtung bietet. Aufbauend auf der unveränderten und möglichst allgemeinen Grundlage des Maschinenbaustudiums mit nur etwas stärkerer Betonung des anorganisch- und organisch-chemischen theoretischen und experimentellen Unterrichts in den ersten 4 Semestern, wird im 5. und 6. Semester neben den wichtigsten Grundlagen des allgemeinen Maschinenbaues (Thermodynamik, Strömungslehre, Wärmekraftmaschinen, Apparatebau, Maschinenlaboratorium) der physikalischen Chemie und der chemischen Technologie in Vorlesungen und Laboratorien breitester Platz eingeräumt. Erst im 7. Semester beginnt das speziellere Studium in verschiedenen, der freien Wahl der Kandidaten überlassenen Richtungen.

Von diesen speziellen Richtungen dürfte die Leser dieser Zeitschrift vor allem die Fachgruppe der Lebensmittel- oder Kälteingenieure interessieren.[1]) Die Aufgabe besteht hier nicht nur in der Heranbildung von Kältemaschinenbauern, sondern auch in der Vermittlung von Kenntnissen auf dem Gesamtgebiet der Kältetechnik, einschließlich der Kälteverwendung. Es scheint, daß dadurch eine bisher bestehende empfindliche Lücke ausgefüllt werden kann. Der allgemein gebildete Kältetechniker soll nicht nur seine Maschinen, deren Theorie, Konstruktion und Betrieb kennen, sondern er muß sich auch mit den Stoffen vertraut machen, die der Wirkung der tiefen Temperaturen ausgesetzt werden sollen. Hierzu gehören in erster Linie die Nahrungs- und Genußmittel. Für die technische Leitung eines großen Kühlhauses genügt es in der Tat nicht, die darin aufgestellten Kältemaschinen beurteilen zu können; einen viel größeren Wert stellen die in den Kühlräumen aufgespeicherten Lebensmittel dar, für deren

[1]) Im übrigen sei auf die ausführlichen Studienpläne für Chemie-Ingenieure verwiesen, die vom Sekretariat der Techn. Hochschule, Karlsruhe, bezogen werden können.

Erhaltung die Kühlhausleitung verantwortlich gemacht werden kann. Die fortschreitende Entwicklung der Lebensmittel-Konservierung stellt auch dem Kühlhaus-Ingenieur immer neue Aufgaben; es braucht nur an das bei uns so vernachlässigte Gebiet der Kaltlagerung von Obst und Gemüse erinnert zu werden.

Das Gefrieren von Lebensmitteln (Fleisch, Fische, Eier, Butter, Obst) erfordert das eingehende Studium der Gefrierveränderungen in tierischen und pflanzlichen Geweben, wozu man sich mit kolloidchemischen Gedankengängen vertraut machen muß. Schimmelbildungen, Fäulniserscheinungen und bakterielle Prozesse, die durch die Anwendungen tiefer Temperaturen gehemmt werden sollen, erfordern gewisse Kenntnisse in technischer Biologie. Die umfangreiche Verwendung von Kältemaschinen in Brauereien, sowie zur Weinkühlung, Mostbereitung, Tabakkühlung u. a. zwingt den Kälteingenieur, sich auch mit der Chemie der Fermente und dem Gärungsgewerbe zu beschäftigen.

Neben der Lebensmittelkonservierung dient die künstliche Kälte in weitestem Umfang auch der chemischen Technik: für die zeitliche Regelung des Ablaufs chemischer Reaktionen, für Kristallisationsprozesse, Gasverflüssigung, Wiedergewinnung wertvoller flüchtiger Substanzen, Zerlegung von Gasgemischen u. a. werden Kältemaschinen von oft märchenhafter Größe gebraucht. Einzelne chemische Industriezweige, wie Margarinefabriken, die photographische Technik, Gelatinefabriken, Gummifabriken, die Oelindustrie, Gaswerke, die Kaliindustrie, die Farbstoffindustrie, die Kunstseideindustrie, Zuckerfabriken, Seifenfabriken, die Textilindustrie und die Lederindustrie bedienen sich in steigendem Maße der künstlichen Kälte. Es unterliegt daher keinem Zweifel, daß ein Kälteingenieur auch in allgemeiner, physikalischer und technischer Chemie gut durchgebildet sein muß.

Aus diesen Erkenntnissen heraus wurde an der Technischen Hochschule in Karlsruhe folgender Studienplan, der jetzt in Kraft getreten ist, ausgearbeitet:

1. bis 4. Semester: Normaler Studienplan der Maschineningenieure mit etwas stärkerer Betonung der chemischen Grundvorlesungen und des anorganisch-chemischen Laboratoriums.

5. Semester:

Dozent	Lehrgebiet	Stundenzahl Vorles.	Übg.
Graßmann:	Wärmekraftmaschinen und Dampfkessel I	4	—
v. Sanden:	Dieselmaschinen	2	—
Plank:	Techn. Thermodynamik II	2	1
Kirschbaum:	Apparatebau I	3	4
Spannhake:	Grundzüge der technischen Strömungslehre	2	—
Walger:	Maschinenmeßkunde	1	—
Plank-Walger:	Maschinenlaboratorium II	—	3
Bredig:	Physikal. Chemie	4	—
Askenasy:	Chem. Technologie I	3	—
„	Chem.-Techn. Laboratorium	—	3
Paulcke:	Einführung in die Mineralogie	1	—
„	Techn. Geologie I	2	—
	Ferner empfohlen:		
Paulcke:	Techn.-geolog. Uebungen	—	2
Holtzmann:	Soziale Hygiene	2	—
Emele:	Arbeiterschutz I	2	—

6. Semester:

Graßmann:	Wärmekraftmaschinen II	3	—
Graßmann oder v. Sanden:	Entwerfen einer Wärmekraftmaschine (Dampf, Gas oder Oel)	—	3
Plank:	Techn. Thermodynamik, Oberstufe (Wärmeübertragung)	2	—
Kirschbaum:	Apparatebau II	3	4
Bredig:	Ueberblick über theor. und techn. Elektrochemie	4	—
Askenasy:	Chem. Technologie II	2	—
„	Chem.-Techn. Laboratorium	—	6
	Ferner empfohlen:		
Emele:	Arbeiterschutz II	2	—

7. Semester:

Graßmann:	Wärmekraftmaschinen III	2	—
Plank:	Kältemaschinen und Kühlanlagen I (Kälteerzeugung)	2	2
Walger:	Heizung und Lüftung I	2	—
Thoma:	Elektr. Kraftwerke und Energieverteilung	2	—
Gronover:	Nahrungs- und Genußmittel I	1	2
König:	Kolloidchemie	2	—
Schwarz:	Technische Biologie	2	2
Eitner:	Technologie der Kohlehydrate und des Gärungsgewerbes	2	—
Plank:	Selbständige Arbeiten im Kältetechn. Institut	—	6
Bredig-König:	Phys.-chem. und metallograph. Praktikum	—	3
oder Richter:	Elektrotechn. Laboratorium	—	3
Askenasy:	Kolloquium über Einzelgebiete der chem. Technik	—	1
	Ferner empfohlen:		
Askenasy:	Chem. Patent-Seminar	—	1
Merk:	Soziale Gesetzgebung A	2	—

8. Semester:

Plank:	Kältemaschinen und Kühlanlagen II (Kälteverwendung)	2	2
Walger:	Heizung und Lüftung II	2	2
Thoma:	Elektromotorische Betriebe	2	—
Keßner:	Grundlagen der Fabrikorganisation	2	—
Gronover:	Nahrungs- und Genußmittel II (mit Exkursionen in Betriebe)	1	2
Plank:	Selbständige Arbeiten im Kältetechn. Institut	—	6
Askenasy:	Kolloquium über Einzelgebiete der chem. Technik	—	1
	Ferner empfohlen:		
Schwarz:	Biologische Betriebskontrolle (mit Exkursionen)	1	—
Holtzmann:	Gewerbehygiene	2	—
Eitner:	Ausgewählte Kapitel der techn. Analyse	1	3
Thoma:	Elektromotorische Betriebe	—	3

Es steht zu hoffen, daß dadurch eine Ausbildung von Kälteingenieuren gewährleistet wird, der nicht das Odium einer engen Spezialisierung anhaftet, und die die Fähigkeit vermitteln wird, nicht nur das

umfangreiche vorhandene Gebiet der Kältetechnik zu überschauen, sondern auch neue Wege zu gehen und die weitere Entwickelung dieses technisch und wirtschaftlich gleich wichtigen Industriezweiges zu fördern.

Tiefste erreichbare Grenztemperaturen bei Absorptionsmaschinen mit Gasumlauf und Ammoniaklösung.

Von K. Nesselmann.

(Schluß).

V. Es muß nun noch untersucht werden, wie weit der in das Verdampfersystem gelangende Wasserdampf die Verdampfertemperaturen beeinflußt. Auf zwei Wegen gelangt Wasser oder Wasserdampf in das Verdampfersystem. Zunächst besteht der im Austreiber ausgetriebene Dampf nicht aus Ammoniak allein, sondern aus einem Gemisch von Ammoniak und Wasserdampf. Wenn keine Vorkehrungen dagegen getroffen werden, geht dieser Wasserdampf in den Kondensator bzw. Resorber, wo er verflüssigt wird und gelangt dann in den Verdampfer. Man ist gezwungen, das auf diese Weise dauernd in den Verdampfer kommende Wasser wieder in den Austreiber zurückzuführen. Aus dem Verdampfer fließt das Wasser aber als Lösung ab und nimmt eine gewisse Menge Ammoniak mit, das auf diese Weise keine Kälte zu leisten vermag.

Der zweite Weg, auf dem Wasserdampf dem Verdampfer zugeführt wird, ist der folgende: Das neutrale Gas, das aus dem Absorber in den Verdampfer strömt, nimmt so viel Wasserdampf mit, als dem Partialdruck des Wasserdampfes im Absorber entspricht. Man kann sich nun vorstellen, daß das aus dem Absorber kommende Gemisch von Wasserstoff, Ammoniak und Wasserdampf in dem in den Verdampfer hinein ragenden Rohre R_1 (Abb. 1) auf die Temperatur des Verdampfers gebracht wird. Dabei verflüssigt sich der Wasserdampf und nimmt aus dem Gemisch eine gewisse Menge Ammoniak auf. Der durch den Wasserdampf hervorgerufene Verlust besteht also aus zwei Teilen, der Kondensationswärme des Wasserdampfes und der Lösungswärme, die beim Anreichern mit Ammoniak frei wird. Hat der Gasstrom zunächst die Ammoniakmenge a vom Absorber zum Verdampfer mitgenommen, so wird bei Eintritt des Gasgemisches in den Verdampfer nur noch die Menge a' vorhanden sein, da die Differenz a —a' mit dem Wasser zum Austreiber zurückgelangt.

Die durch den aus dem Austreiber kommenden Wasserdampf bedingten Verluste kann man durch Einbau eines Rektifikators auf ein beliebiges Maß herunterdrücken, die zuletzt genannten Verluste jedoch sind nicht zu vermeiden, und ihr Einfluß soll im folgenden festgestellt werden.

Zu diesem Zwecke muß noch die Lösungswärme berechnet werden, die frei wird, wenn sich 1 kg Wasser bis zu einem gewissen Prozentsatz mit Ammoniak sättigt. Bezeichnet L die Lösungswärme für 1 kg Ammoniakdampf, so ist, wenn dG eine unendlich kleine Ammoniakmenge ist, die einer Lösungsmenge zugeführt wird, die freiwerdende Wärme

$$dQ'' = LdG.$$

L ist dabei eine Funktion der jeweiligen Temperatur und Konzentration. Nehmen wir an, daß wir 1 kg Wasser haben, so ist $x = G/1 + G$, wobei G das Ammoniakgewicht ist. Durch Differenziation folgt:

$$dx = \frac{dG}{(1 + G)^2}$$

und daraus ergibt sich durch Umrechnung:

$$dG = \frac{dx}{(1 - x)^2}$$

Somit folgt für die Wärmemenge, die bei Anreicherung von 1 kg Wasser bis zur Konzentration x frei wird:

$$(9) \qquad Q'' = \int_0^x L \frac{dx}{(1-x)^2}$$

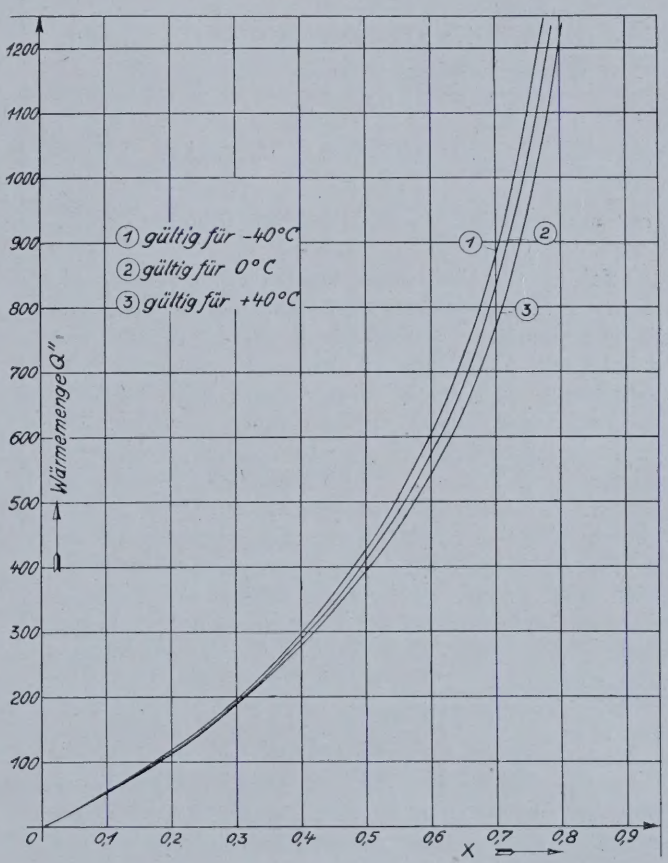


Abb. 6.

$$Q'' = \int_0^x \frac{L}{[1-x]^2} dx$$ in Abhängigkeit von x und t.

Für jede Temperatur ergibt sich eine besondere Kurve. Unter 0^0 mußten die Werte für die Lösungswärme extrapoliert werden, da unter 0^0 keine Meßwerte vorhanden waren.[1]) Die Integration wurde durch Ausrechnung der unter der Kurve $\frac{L}{(1-x)^2}$ liegenden Fläche gewonnen. Abb. 6 stellt für die Temperaturen 40^0, 0^0 und -40^0 die Werte Q'' dar. Ist nun die aus dem Absorber in den Verdampfer mitgerissene Wasserdampfmenge G_w und bedeutet ferner Q' die Kondensationswärme, die mit 600 kcal/kg angenommen werden soll, so ist der Verlust im Verdampfer

$$(10) \qquad Q_w = G_w (Q' + Q'')$$

[1]) Vgl. Gehlhoff, Lehrb. d. techn. Physik, a. a. O

VI. Wir gehen jetzt zunächst zur Kondensationsmaschine mit 15° Absorber-Kondensator-Temperatur über. Zahlentafel 3 gibt zunächst die Wassermengen an, die je kg Wasserstoff vom Absorber aus mitgerissen werden. Sind p_w der Wasserdampfdruck bei der Absorbertemperatur, und p_n der Druck des neutralen Gases, ferner μ_w und μ_n die Molekulargewichte, so folgt bei einer Absorberkonzentration x für die Wassermenge G_w

$$G_w = \frac{\mu_w}{\mu_n} \frac{p_w \cdot (1-x)}{p_n}.$$

Nach den Kurven von Wilson[1]) kann man mit genügender Genauigkeit für den Wasserdampfpartialdruck die Gültigkeit des Raoult'schen Gesetzes voraussetzen.[2])

Zahlentafel 3.

Wasserdampfmenge je kg Wasserstoff.

t_k = 15°	0 %	20 %	40 %	60 %	80 %
(7,43 ata)	0,0210	0,0173	0,0151	0,0158	0,0218
t_k = 45°					
(18,2 ata)	0,0482	0,0406	0,0360	0,0390	0,0602

In Tafel 3 fällt auf, daß das Wassergewicht mit steigender Konzentration zunächst abnimmt und dann wieder zunimmt. Das liegt daran, daß der Ammoniakpartialdruck nicht ebenso wie der Wasserdampfpartialdruck dem Raoul'schen Gesetz folgt. Würde das Raoul'sche Gesetz erfüllt sein, so wäre der Wasserdampfpartialdruck $p_w \cdot (1-x)$ und der Ammoniakpartialdruck $p_a \cdot x$. Darin bedeuten p_w und p_a die Drucke des reinen Wasserdampfes, bzw. des reinen Ammoniaks bei der betreffenden Absorbertemperatur. Da nun der Gesamtdruck der Kondensationsmaschine gleich dem Druck des reinen Ammoniaks bei der Absorbertemperatur ist, so ist der Druck des neutralen Gases $p_a - x \cdot p_a - (1-x) \cdot p_w$. Damit folgt für das Wassergewicht:

$$G_w = \frac{\mu_w}{\mu_n} \frac{(1-x) \cdot p_w}{[p_a - x \cdot p_a - (1-x) \cdot p_w]} = \frac{\mu_w}{\mu_n} \frac{p_w}{(p_a - p_w)}$$

Wäre also das Raoult'sche Gesetz genau erfüllt, so wäre das Wassergewicht unabhängig von der Konzentration und nur von der Temperatur abhängig.

Ohne Temperaturwechsler ergibt sich folgende Wärmebilanz:

$$(11)\quad (b-a')\, r_v = c_{fl}\,(b-a')\,(t_k - t_v) + (c_n + ac)\,(t_k - t_v) + Q_w$$

Daraus folgt:

$$b = \frac{a'\, r_v + (c_n + ac - a'\, c_{fl})\,(t_k - t_v) + Q_w}{r_v - c_{fl}\,(t_k - t_v)}.$$

Die Methode zur Ausrechnung von t_v ist nun dieselbe wie unter I beschrieben. Als zweite Gleichung für b wird Gl. (5) benutzt. Im Gegensatz zur früheren Methode muß aber noch die Größe a' bestimmt werden und ferner muß noch die Konzentration x bekannt sein, bis zu der sich das in R_1 kondensierte Wasser anreichert, um Q'' bestimmen zu können. Das geschieht in folgender Weise: Man trägt über der Konzentration x für verschiedene Temperaturen die Lösungsdrucke auf. Das ergibt für jede Temperatur eine besondere Kurve. Da nun ferner die Wasserdampfmenge bekannt ist, so kann man ausrechnen, wie groß der Partialdruck des Ammoniakdampfes im Gasgemisch ist, wenn sich die Wassermenge G_w bis zur Konzentration x angereichert hat. Ist dabei a'' die Ammoniakmenge, die im Gasgemisch übrig bleibt, so ist der Ammoniakpartialdruck im Gemisch

$$p'' = \frac{P \cdot a''}{\frac{\mu_w}{\mu_n} + a''}$$

wobei P den Gesamtdruck in der Maschine darstellt. Diese Kurve für p'' wird ebenfalls wie bei x aufgetragen. Wo diese Kurve die einzelnen Isothermen schneidet, ist der Ammoniakdruck der Lösung gerade so groß, wie der Ammoniakpartialdruck im Gasgemisch. Diese Schnittpunkte geben aber für die einzelnen Verdampfertemperaturen denjenigen Sättigungsgrad des Wassers und denjenigen Druck = p' an, der sich bei der betreffenden Verdampfertemperatur einstellen wird. Die zu dem Verdampfer gelangende Ammoniakmenge a' ergibt sich dann zu

$$a' = \frac{\frac{\mu_w}{\mu_n} p'}{P - p'}$$

Nun sind alle Größen bekannt, um t_v berechnen zu können. Man erkennt aus der Beschreibung der Methode, daß sie recht mühsam und etwas undurchsichtig ist. Es lassen sich in der Tat auch Annäherungsmethoden finden. Wenn man z. B. annimmt, daß sich das kondensierte Wasser so weit anreichert, daß der Lösungsdruck der entstehenden Lösung dem Partialdruck des Ammoniaks gleich ist, der in dem aus dem Absorber kommenden Gasgemisch besteht, hat man sofort die Konzentration x und den Wert a'. In diesem Falle wird man aber das x zu groß und das a' zu klein erhalten. Es scheint, als ob man mit dieser angenäherten Methode in vielen Fällen auskommen kann. Da aber die Kurve für Q'' mit wachsendem x sehr stark ansteigt, so kann man bei der Näherungsmethode zuweilen viel zu große Werte für Q'' erhalten.

In Abb. 2 zeigt die gestrichelte Kurve 1 die Verdampfertemperaturen. Auch diese Kurve muß für x = 1 die Temperatur 15° ergeben. Man erkennt, daß durch den Einfluß der Wasserdampfverluste die Verdampfertemperatur um etwa 1° erhöht wird. Die Wasserdampfverluste machen also hier nicht sehr viel aus.

Hat man einen Wärmeaustauscher im Gasstrom, so lautet die Gleichung für b folgendermaßen:

$$(13)\quad (b-a')\, r_v = c_{fl}\,(b-a')\,(t_k - t_v) + Q_w - \triangle J$$

Darin ist Q_w wie früher der Verlust durch den mitgeschleppten Wasserdampf und $\triangle J$ der Unterschied der Wärmeinhalte der Gasgemische in dem vom Absorber zum Verdampfer und dem umgekehrt verlaufenden Rohre. Mithin

$$\triangle J = (c_n + bc)\,(t_k - t_v) - (c_n + ac)\, t_k - t_v).$$

Nun ist aber bei Anwendung eines Temperaturwechslers dieser Unterschied verschwindend klein gegen Q_w, so daß man $\triangle J$ unbedenklich vernach-

[1]) a. a. O.

[2]) Wegen des geringen Unterschiedes in den Molekulargewichten bei Wasser und Ammoniak ist der Molenbruch angenähert gleich dem Gewichtsverhältnis x.

lässigen kann. Der Unterschied $\triangle$ J gegen Q_w liegt unter 0,5 %. Unter Vernachlässigung von $\triangle$ J folgt für b:

$$(14) \qquad b = a' + \frac{Q_w}{r_v - c_{fl}\,(t_k - t_v)}.$$

Während sich also ohne Berücksichtigung der Wasserdampfverluste für die Maschinen mit Wärmeaustauscher einfach die Bedingung b = a ergab, muß man in diesem Falle die beschriebene graphische Methode anwenden. Das Ergebnis zeigt die gestrichelte Kure 2 in Abb. 2. Für 0 %, 20 % und 30 % wurde je ein Punkt berechnet. Für x = 0,1 machen die Wasserdampfverluste jetzt schon rund sieben Grad aus. Auch diese Kurve muß für x = 1 die Temperatur 15° annehmen.

VII. Für die Kondensationsmaschine bei 45° Absorber-Kondensatortemperatur und 18,2 ata Gesamtdruck ergeben sich nach den beschriebenen Methoden die Kurven 5 und 6 in Abb. 3. Wie aus Tafel 3 ersichtlich ist, sind bei 45° die Wasserdampfmengen je kg Wasserstoff erheblich größer als bei 15°, sodaß man auch einen größeren Einfluß der Wasserdampfverluste erwarten muß. Dies ist in der Tat auch der Fall. Bei 0 % ohne Wärmeaustauscher macht der Unterschied rund 2° aus, im Gegensatz zu rund 1° bei 15° Kondensatortemperatur. Bei 10 % Absorberkonzentration und mit Wärmeaustauscher macht der Unterschied rund 12° aus gegen 7° bei 15° Kondensatortemperatur.

VIII. Rechnet man den Einfluß des Wasserdampfes auch für die Resorptionsmaschine und die Kondensationsmaschine bei erhöhtem Druck aus, so gehen die Gleichungen 12 und 14 über in

$$(15) \qquad b = \frac{a'\,L + (c_n + ac - a'\,c_{fl})\,(t_k - t_v) + Q_w}{L - c_{fl}\,(t_k - t_v)}$$

und

$$(16) \qquad b = a' + \frac{Q_w}{L - c_{fl} \cdot (t_k - t_v)}.$$

Das Rechenergebnis ohne Temperaturwechsler zeigen die gestrichelten Kurven 3 in Abb. 4 und 5. Man erkennt, daß bei der Resorptionsmaschine ohne Wärmeaustauscher mit abnehmendem Druck der Einfluß der Wasserdampfverluste zunächst immer größer wird. Aus Tafel 4 ersieht man den Grund, nämlich, daß das mitgerissene Wassergewicht mit abnehmendem Gesamtdruck stark wächst.

Zahlentafel 4.

Wassergewicht je kg Wasserstoff bei der Resorptionsmaschine mit verschiedenen Drucken.

Druck ata	2	4	6	8	10	14
$t_k = 15°$	0,0748	0,0366	0,0242			
$t_k = 45°$	0,480	0,219	0,142	0,105	0,0832	0,0590

Andererseits müssen die Temperaturkurven für die Drucke 0,08 bzw. 0,33 ata die Resorbertemperatur annehmen, denn erst dann, wenn der Ammoniakpartialdruck des aus dem Absorber kommenden Gasgemisches dem im Resorber herrschenden Ammoniakpartialdruck gleich ist, kann die Kälteleistung der Maschine aufhören. Daß der Unterschied bei den niedrigen Drucken wieder verschwindet, wird seine Ursache wohl darin haben, daß bei den dann herrschenden hohen Verdampfertemperaturen sich der Wasserdampf im Gasgemisch nur zum Teil verflüssigt, und daß dadurch die Wasserdampfverluste wieder kleiner werden.

Bei den Kondensationsmaschinen mit erhöhtem Druck machen die Verluste nur wenig aus.

Zahlentafel 5.

Wassergewicht je kg Wasserstoff bei Kondensationsmaschinen mit verschiedenem Druck.

Druck ata	10	14	18	20	22	26	30
$t_k = 15°$	0,0144	0,0103	0,0080	0,00719	0,00653		
$t_k = 45°$						+ 0,0312	0,0271

Tafel 5 zeigt, daß die Wassermengen je kg Wasserstoff nur gering sind.

Bei Anwendung eines idealen Wärmeaustauschers ergeben sich die gestrichelten Kurven 4, Abb. 4 und 5. Es zeigt sich ein ähnlicher Verlauf wie ohne Temperaturwechsler.

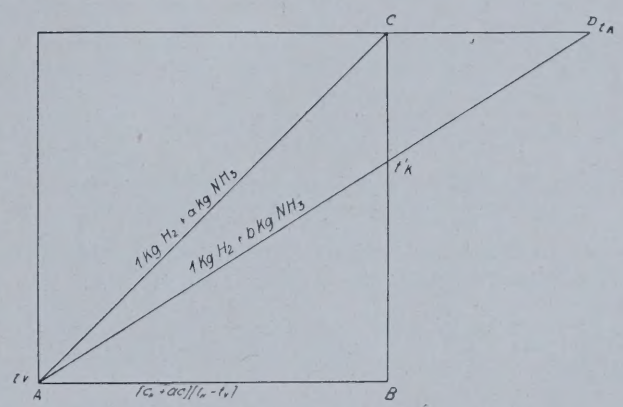


Abb. 7. Wärme- und Temperaturverhältnisse bei unendlich großem Wärmeaustauscher im Gasstrom.

IX. In den vorhergehenden Abschnitten sind die Verdampfergrenztemperaturen für den Fall berechnet worden, daß entweder kein oder ein idealer Wärmeaustauscher im Gasstrom vorhanden ist. Da nun aber bei Gasen die Wärmeübergangszahlen verhältnismäßig klein sind, so wird man stets vom idealen Wärmeaustauscher recht weit entfernt bleiben. Um nun einen Begriff davon zu geben, wie sich die Verdampfertemperaturen erhöhen, wenn man eine bestimmte Temperaturdifferenz im Wärmeaustauscher voraussetzt, sei die folgende Betrachtung angestellt, wobei eine Kondensationsmaschine vorausgesetzt ist. Abb. 7 zeigt den Temperaturverlauf der beiden Gasströme unter Voraussetzung eines idealen Wärmeaustauschers. AB ist die Wärmemenge, die im Wärmeaustauscher ausgetauscht wird. Sie ist als Abszisse aufgetragen. Als Ordinaten erscheinen die Temperaturen der Gasströme mit t_k und t_v als Endtemperaturen. Da im allgemeinen a kleiner als b ist, so ist die b enthaltende Linie schwächer geneigt, als die a enthaltende. Die Wärme fließt von dem a enthaltenden Strom zu dem b enthaltenden. Am Ende des Austauschers erreicht der »a-Zweig« die Verdampfertemperatur, während der »b-Zweig« mit der Temperatur t_k' in den Absorber eintritt. Die Kälte CD kommt also dem Absorber zugute. Die ausgetauschte Wärme ist in diesem Falle

$$(c_n + ac)\,(t_k - t_v).$$

Ist der Wärmeaustauscher aber nicht ideal, d. h. nicht unendlich groß, so wird nur die Wärmemenge

$$(1 - y)\ (c_n + ac)\ (t_k - t_v)$$

ausgetauscht. Darin ist $0 \leqq y \leqq 1$. Mit $y = 1$ wäre kein Temperaturwechsler vorhanden, mit $y = 0$ ein idealer. Bei einem endlichen Temperaturwechsler tritt der »a-Zweig« mit der Temperatur t_v' in den Verdampfer ein (Abb. 8). Der Verlust im Verdampfer ist dann

$$y\ (cn + ac)\ (t_k - t_v).$$

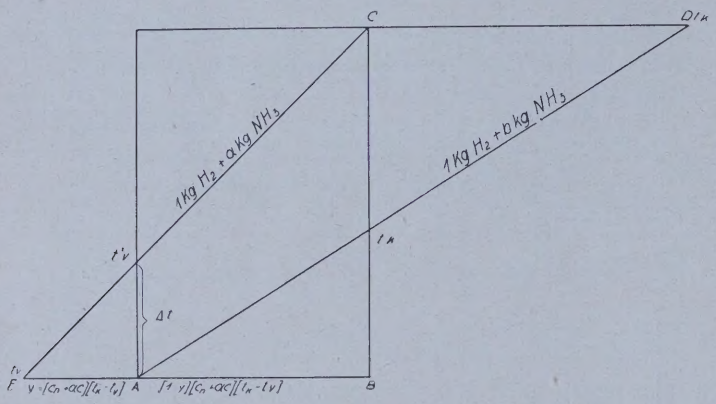


Abb. 8. Wärme- und Temperaturverhältnisse bei endlichem Wärmeaustauscher im Gasstrom.

Führt man die Temperaturdifferenz $\triangle t$ am Ende des Temperaturwechslers ein, so folgt aus Abb. 8

$$\frac{\triangle t}{y\ (cn + ac)\ (t_k - t_v)} = \frac{t_k - t_v}{(cn + ac)\ (t_k - t_v)}$$

oder

$$\triangle t = y\ (t_k - t_v); \qquad y = \frac{\triangle t}{t_k - t_v}$$

Die Wärmebilanzgleichung 1) der Kondensationsmaschine ohne Berücksichtigung der Wasserdampfverluste geht dann über in

(17) $(b - a)\ r_v = c_{fl}\ (b - a)\ (t_k - t_v) + y\ (c_n + ac)\ (t_k - t_v)$

woraus folgt:

$$(18)\ b = \frac{a \cdot r_v + (t_k - t_v)\ [y\ (c_n + ac) - a \cdot c_{fl}]}{r_v - c_{fl}\ (t_k - t_v)}$$

Nach dieser Gleichung ist mit Hilfe der vorher beschriebenen graphischen Methode die Verdampfertemperatur für die Kondensationsmaschine mit $t_k = 15^0$ und $p = 7{,}43$ ata für 10 %, 20 % und 30 % Absorbertemperatur und für verschiedene $\triangle t$ bzw. y berechnet. Das Resultat zeigt Abb. 9. Als Abszisse ist $\triangle t$ aufgetragen, als Ordinate die Verdampfertemperatur. Die Temperaturdifferenz $\triangle t$ kann niemals größer werden als die Temperaturdifferenz zwischen Verdampfer und Absorbertemperatur, wenn kein Temperaturwechsler vorhanden ist. Demgemäß zeigt die gestrichelte Gerade die Verdampfertemperaturen ohne Temperaturwechsler, während für die Abszisse $\triangle t = 0$ die Grenzwerte mit unendlich großem Temperaturwechsler aufgetragen sind. Der praktische Temperaturwechsler liegt zwischen beiden. Aus Abb. 9 ersieht man, daß mit wachsendem $\triangle t$ die Verdampfertemperatur bei 10 % Absorberkonzentration zunächst sehr rasch fällt, sodaß man in praktischen Fällen weit von den $-73{,}5^0$ C, die mit unendlich großem Temperaturwechsler zu erreichen wären, fernbleiben wird. Mit wachsenden Absorberkonzentrationen gehen die Temperaturkurven allmählich in gerade Linien über und verlaufen mehr und mehr horizontal.

Für eine Kondensator- bzw. Absorbertemperatur von 45^0 ergeben sich ähnliche Verhältnisse, auf die hier jedoch nicht näher eingegangen werden soll.

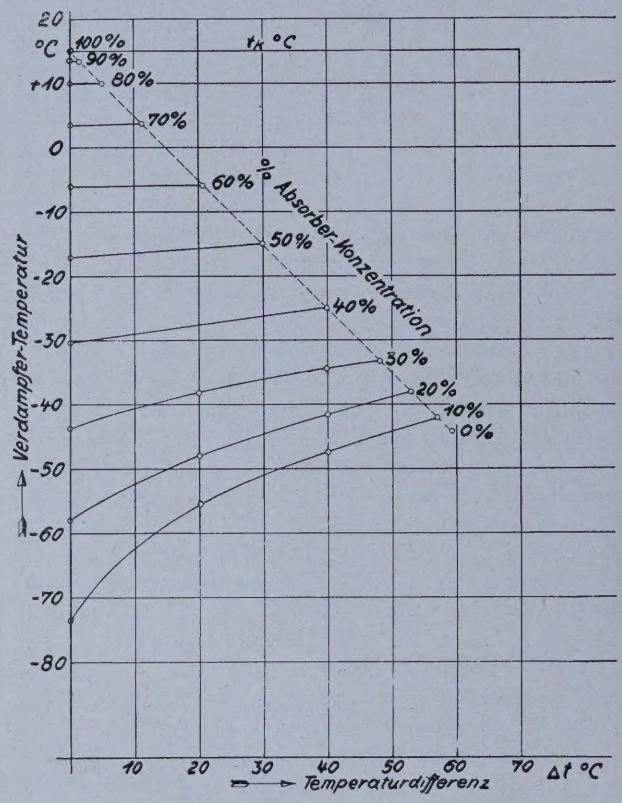


Abb. 9. Kondensations-Maschine
Absorber-Temperatur 15° C.
Einfluß des Temperaturwechslers im Gasstrom
auf die Verdampfer-Temperatur

Zusammenfassung.

Es werden Gleichungen und Methoden zur Berechnung der tiefsten Verdampfergrenztemperaturen bei Absorptions- und Resorptionsmaschinen angegeben. An Hand dieser Gleichungen werden die erreichbaren Verdampfertemperaturen für Kondensationsmaschinen von 15^0 und 45^0 Absorber- bzw. Kondensatortemperatur und für verschiedene Konzentrationen im Absorbersystem sowohl mit als auch ohne Berücksichtigung der Wasserdampfverluste durchgeführt und die Ergebnisse in Kurvenform zusammengestellt. Dieselben Berechnungen werden für Absorptions- und Resorptionsmaschinen bei 15^0 und 45^0 Absorbertemperatur und für verschiedene Drucke angestellt und ebenfalls in Kurvenform zusammengefaßt. Zum Schluß wird eine Betrachtung angestellt, die den Einfluß mehr oder weniger großer Wärmeaustauscher im Gasstrom zeigt.

Die Einwirkung von niedrigen Temperaturen auf Pflanzenzellen.[1])

Von Lorenz Rasmusson, Norrköping (Schweden).

Auszug.

1. Eigene Versuche mit Zwiebeln.

5 kg holländische große und kleine Zwiebeln wurden am 26. Oktober 1926 bei einer Temperatur von -5 bis -7^0 C eingelagert.

[1]) Vorgetragen auf dem 5. Internationalen Kältekongreß 1928 in Rom.

Die Temperatur war im allgemeinen —7° C, niemals niedriger, aber in der Nacht, wenn die Kühlmaschinen standen, konnte sie bis —6 oder —5° C steigen. Ueber —5° C stieg aber die Temperatur nie. Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft war 70 bis 85%.

Ein trockener Luftkühler mit Solekühlung stand an der kurzen Wand des Kühlraumes, und ein Elektroventilator sorgte für den Luftumlauf.

Während des ganzen Winters merkte man keine Veränderungen an den Zwiebeln, weder außen noch innen. Die Zwiebeln waren hart gefroren.

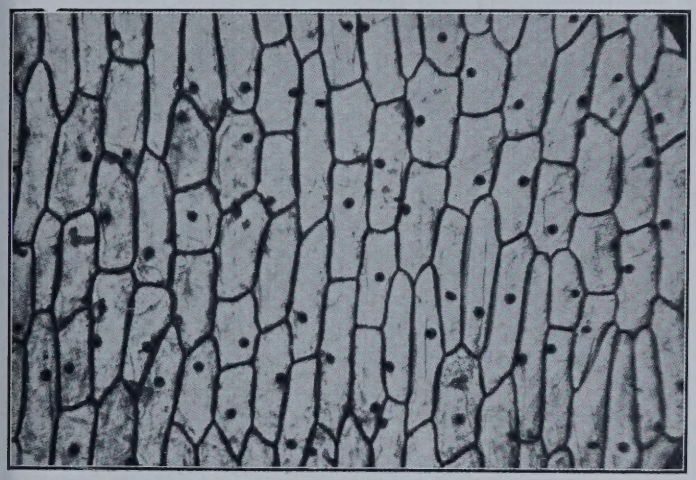


Abb. 1. Frische Zwiebel, mit 3,3% Osmiumsäure +10, 20, 30, 40, 50% Spiritus fixiert.

Am 1. Juni nahmen wir die Zwiebeln aus dem Gefrierraum heraus und tauten sie langsam während einer Woche bei einer Temperatur von 0 bis +1° C und einem Feuchtigkeitsgehalt von 70 bis 90% auf. Ein elektrischer Ventilator blies die Luft über die Zwiebeln.

Nach dem Auftauen, das eine Woche dauerte, waren die Zwiebeln glänzend, locker, weich, runzelig, aber vollständig frisch.

Die Zwiebelblätter konnten aber nicht alles Wasser, welches bei dem Gefrieren abgeschieden war, wieder aufnehmen. Dieses Wasser blieb in Tropfen zwischen den Blättern der Zwiebeln.

Preßte man die Zwiebeln, so floß das Wasser wie von einem Schwamm ab.

Die Technik der histologischen Untersuchung wird im Originalbericht genau angegeben, kann hier aber übergangen werden.

Um die Veränderungen, welche beim Gefrieren eintreten, zu sehen, müssen wir zuerst das Aussehen des frischen Gewebes der Zwiebel kennen. Dieses zeigen Abb. 1 und 2.

Wir sehen von diesen beiden Photos, daß die Zellen unmittelbar aneinander liegen. Sie haben deutliche Zellgrenzen und runde Zellkerne, welche an der Zellwand, in Zellenmitte, oder außer der Mitte liegen. Das Zellprotoplasma ist vollständig homogen, nicht granuliert oder zersprengt.

Gekühlte Zwiebeln.

Betrachten wir eine Zwiebel, welche im Kühlraum von Oktober bis Juni nächstfolgenden Jahres bei einer Temperatur von 0 bis —1° C und einem Feuchtigkeitsgehalt von 75 bis 85% gelagert hat, so finden wir, daß die Epidermiszellen vollständig dasselbe Aussehen haben, wie frische.

Da aber bei 0 bis —1° C Fäulnis, Schimmelbildung und Auswachsen der Zwiebeln auftritt, so ist 0 bis —1° C keine Idealtemperatur, wenn es sich um lange Konservierung handelt, also um mehr als 3 Monate.

Gefrorene Zwiebeln.

Die Temperatur wurde auf —2,5 bis —3,5° C gehalten.

Da diese Zwiebeln gefroren waren, war das Albumen coaguliert. Die Zellen haben dann ein granuliertes Aussehen, das Protoplasma ist zu einem Klumpen, welcher in der Mitte der Zelle oder an einer Seite liegt, geballt.

Ein Mikrophoto der Zwiebelzellen in gefrorenem Zustande haben wir nicht machen können, da wir keinen Apparat hierfür haben.

Vom praktischen kältetechnischen Gesichtspunkt aus ist es wesentlich, festzustellen, wie die Zwiebel nach dem Auftauen aussieht, um zu sehen, ob Schäden während des Gefrierens entstanden sind oder nicht.

Bei dem Auftauen wird die Coagulation gelöst. Darum nehmen die Zellen das Wasser, welches sich bei dem Gefrieren abgesondert hat, wieder auf. Dies gilt für Zwiebeln, welche nicht bei niedrigerer Temperatur als —2,5 bis —3,5° C gefroren sind. Solche Zwiebeln nehmen also das Aussehen, welches sie vor dem Gefrieren hatten, wieder an und sind

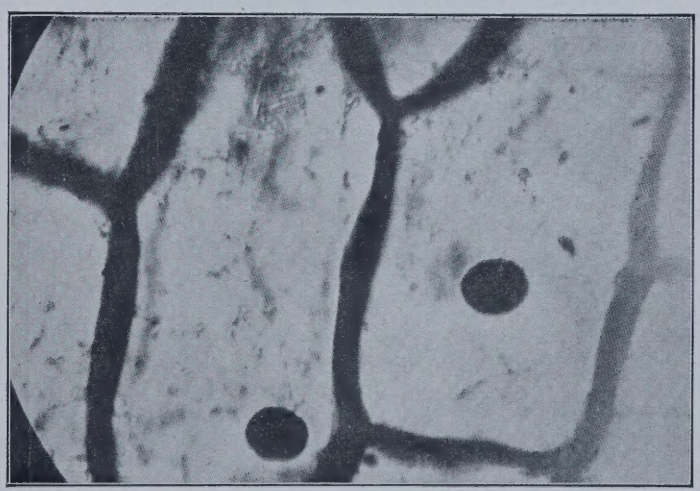


Abb. 2. Frische Zwiebel, mit 3,3% Osmiumsäure +10, 20, 30, 40, 50% Spiritus fixiert. Färbung: Heidenhain.

vollständig frischen Zwiebeln gleich. Sie werden trocken, fest und hart.

Nach dem Auftauen ist das Protoplasma vollständig homogen und nicht granuliert. Die Zellkerne sind wohl erhalten, nicht verformt, stachelig oder dergl. Die Zellwände sind intakt.

Epidermisgewebe bei —5 bis —7° C gefroren.

Ein ganz anderes Aussehen bekommt die Zwiebel, welche bei —5 bis —7° C gefroren sind. (Abb. 3 bis 5.)

Diese Abbildungen zeigen, daß das Protoplasma nicht homogen, sondern granuliert ist. Es ist gegen die Mitte zusammengezogen, so daß leere Räume an den Zellwänden entstehen. Da die Temperatur sehr niedrig ist, sind die Eiweißstoffe in Protoplasma denaturiert (nach Theorie von Gorke).

Da die Coagulation beim Auftauen nicht gelöst wird, bleibt das Eiweiß auch nach dem Auftauen coaguliert, wodurch die Zellen granuliert aussehen.

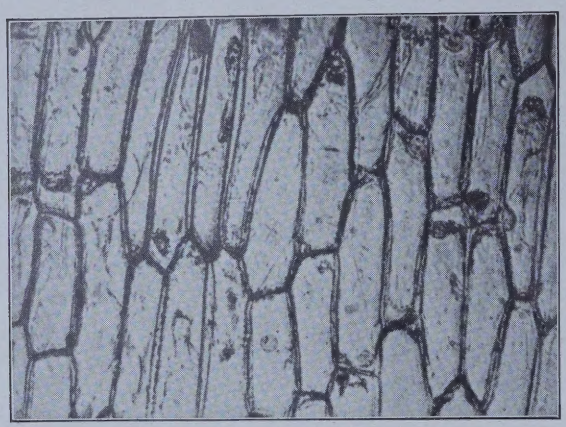


Abb. 3. Epidermiszellen von holländischer Zwiebel vom 1. November 1926 bis 1. Juni 1927 bei einer Temperatur von —2,5 bis —3,5° C gelagert. Präparat nicht fixiert und nicht gefärbt, nur mit Wasser gefeuchtet. Die Zellen waren beim Photographieren vollständig aufgetaut.

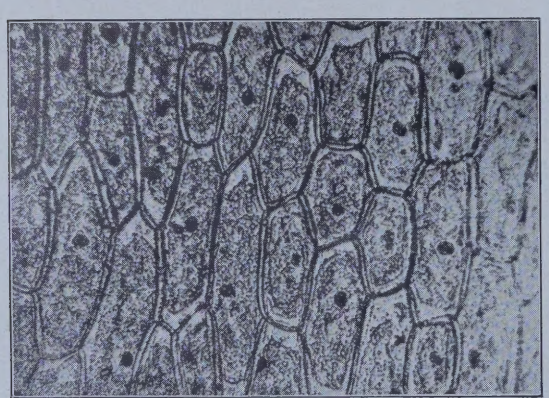


Abb. 4. Epidermiszellen von holländischer Zwiebel, welche bei —5 bis —7° C, vom 26. 10. 1926 bis 1. 6. 1927 konserviert wurde. Das Präparat ist nicht fixiert und nicht gefärbt. Es ist nur mit Wasser gefeuchtet. Das Präparat war beim Photographieren vollständig aufgetaut.

Das Zellprotoplasma kann das Wasser, welches beim Gefrieren abgesondert ist, nicht wieder aufnehmen. Das Wasser bleibt als Tropfen zwischen den Blättern der Zwiebel zurück.

Die Frostschäden können verschieden schwer sein und dementsprechend sind auch die Zerstörungen der Zellen.

Zuerst wird das Protoplasma beschädigt. Die Zellwände und Zellkerne sind intakt. Das Protoplasma liegt in den Zellen in größeren oder kleineren Klumpen, zum Teil ist es zersprengt.

Die Zellkerne liegen intakt in dem zersprengten Protoplasma.

Die Zellwände sind auch intakt. Doch sieht man, daß während des Gefrierprozesses Eiskristalle zwischen den Lamellen der Zellwände gelegen haben. Die Lamellen der Zellwände liegen nämlich weiter von einander ab als normal. Sie sind doppelkonturiert.

In demselben Schnitt aber kann man auch ein ganz anderes Aussehen der Zellen finden.

Das Protoplasma ist hier in einer mehr oder minder vollständigen Zerstörung begriffen.

Der Kern ist auch beschädigt. In leichten Fällen sind sie nur gegen eine Wand gedrückt und etwas verformt. In schweren Fällen aber sind die Kerne stachelig, gesprengt, nehmen nur schlecht Farbe auf und sind darum undeutlich. (Abb. 6.)

Abb. 5

Epidermiszellen mit beschädigtem Protoplasma aber mit intaktem Kern und Zellwand. Fixierung: 3,3% Osmiumsäure + 10, 20, 30, 40, 50% Spiritus. Färbung: Heidenhein.

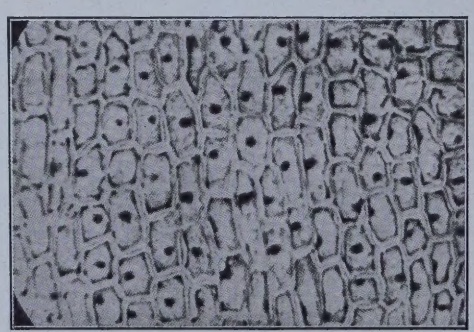


Abb. 6

Epidermiszellen mit beschädigtem Protoplasma und teilweise beschädigtem Zellkern und intakter Zellwand. Fixierung: 3,3% Osmiumsäure + 10, 20, 30, 40, 50% Spiritus. Färbung: Weigert und van Gieson.

Die Zellwände sind vollständig intakt und unbeschädigt, aber sie zeigen Lücken, in denen das Eis zwischen die Lamellen der Zellwände gelegen hat.

In noch schwerer beschädigten Geweben ist das Protoplasma in kleine Körner, nadelförmige Bildungen u. dergl. zersprengt.

Die Zellkerne sind vollständig verschwunden, nur in gewissen Zellen kann man Reste eines Kernes finden.

Die Zellwände sind aber intakt. Man kann also feststellen, daß die Zellwände nicht oder nur teilweise bei —5 bis —7° C beschädigt sind, auch dann, wenn Protoplasma und Zellkern vollkommen zerstört sind.

Man kann sagen, daß das Gewebe zerstört ist, wenn das Protoplasma schwer geschädigt ist,

wenn auch Zellkern und Zellwand intakt sind. Denn, ist das Protoplasma zerstört, so daß es beim Auftauen der Gewebe nicht mehr das Wasser, welches bei dem Gefrieren ausgeschieden ist, wieder aufnehmen kann, so wird das Gewebe nicht frisch aussehen, sondern geschädigt und in schweren Fällen vollständig zerstört sein.

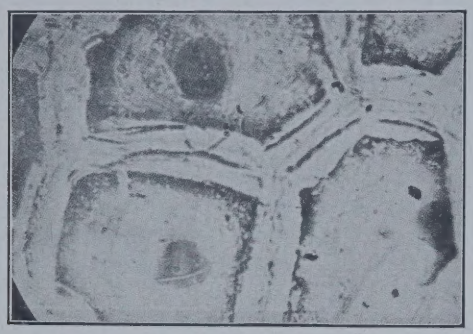


Abb. 7. Epidermiszellen mit beschädigtem Protoplasma und teilweise beschädigtem Zellkern und intakter Zellwand. Fixierung: 3,3% Osmiumsäure + 10, 20, 30, 40, 50% Spiritus. Färbung: Weigert und von Gieson.

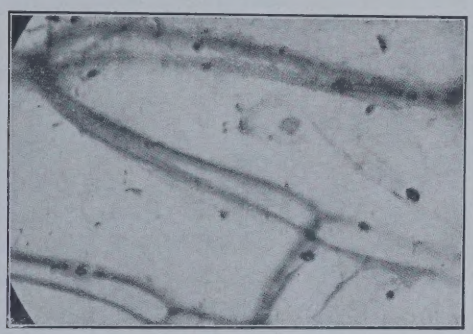


Abb. 8. Epidermiszellen mit Doppelkonturierter Zellwand, infolge Eisbildung Fixierung: Osmiumsäure +10, 20, 30, 40, 50% Spiritus. Färbung: Heidenhain.

Untersuchung

über Wuchskraft bei holländischen Zwiebeln, bei —5 bis —7° C vom 1. 11. 1926 bis 1. 6. 1927 gelagert.

Um zu sehen, ob diese Zwiebeln ihre Wuchskraft verloren hatten, brachten wir einige Zwiebeln in eine Zimmertemperatur von +15 bis +20° C.

Die übrigen Zwiebeln tauten wir zuerst langsam bei 0 bis +1° C während einer Woche auf, wie oben gesagt ist. Danach wurden sie in Zimmertemperatur gelegt. Nach einer weiteren Woche, also 14 Tage von Beginn des Auftauens an, zeigten sich kräftige Keime.

Es zeigt sich also, daß die Wuchskraft der Zwiebeln durch die Lagerung von —5 bis —7° C während eines ganzen Winters nicht vermindert wurde. Das Wachsen begann sogar früher — nach 8 Tagen — als bei einer Zwiebel, welche bei höherer Temperatur gelagert hatte.

Die Ursache dafür, daß eine Zwiebel, welche bei tieferer Temperatur gelagert war, eher zu wachsen beginnt, ist, daß die Stärke in Zucker übergegangen ist. Dieser Zucker wird gewöhnlich bei der Atmung verbraucht. Da aber die Atmung bei der tiefen Temperatur —5 bis —7° C geringer ist, die Zuckerproduktion aber nicht vermindert wird, so entsteht bald ein Ueberschuß von Zucker in der Zwiebel. Mit diesem Zucker kann der Wuchs schneller beginnen bei einer Zwiebel, welche bei —5 bis —7° C, als bei einer Zwiebel, welche bei einer höheren Temperatur gelagert war, wo der Zucker sofort bei Atmung verbraucht wurde.

Versuche haben ergeben, daß die Wuchskraft nicht geschädigt wird, wenn die Zwiebeln während eines Jahres bei —3,5 und während der folgenden bei —6° C gelagert wird. Frühere Versuche[1]) haben aber gezeigt, daß es nicht nötig ist, die Lagertemperatur unter —3° C zu halten.

Eigene Versuche mit schwedischen weißen Zwiebeln. (Zwiebeln zum Einkochen).

Schwedische weiße Zwiebeln wurden vom 18. September 1926 bis 17. Juni 1927 bei —6° C und 80 bis 90% Feuchtigkeitsgehalt in offenen Lattenkisten mit drei Schichten in jeder Kiste gelagert. Jede Kiste enthielt 7 kg.

Abb. 9 Epidermiszellen mit zerstörtem Protoplasma. Zellkern vollständig verschwunden und Zellwand geschädigt Fixierung: Osmiumsäure + 10, 20, 30, 40, 50% Spiritus Färbung: Weigert und van Gieson.

Der Raum hatte einen Soleröhrenkühler mit Ventilator, der täglich 3 bis 4 Stunden in Betrieb war.

Keine Zwiebel ist verdorben oder durch Schimmelbildung, Wuchs oder dergl. geschädigt worden. Die Zwiebeln waren nach dem Auftauen bei 0 bis +1° C fest, hart und von demselben Aussehen wie frische.

Die Schädigungen bei Lagerung schwedischer Zwiebeln.

Schwedische Zwiebeln wurden bei 0 bis —1° C und einem Feuchtigkeitsgehalt von 70 bis 80% vom 15. Oktober 1926 bis 1. Juni 1927 gelagert. Die Zwiebeln lagen in offenen Kisten in 3 Schichten über einander. Die Kisten enthielten je 7 kg. Kühlung durch Röhrenkühlung, Ventilator 8 Stunden täglich in Betrieb. Es zeigten sich Schimmelbildung und sonstige Schäden.

Bei 2000 untersuchten Zwiebeln, welche geschädigt waren, waren

die Spitzen	in 60%	geschädigt
die Seiten	in 30%	»
die Basis	in 10%	»
Summa	100%	

[1]) Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie, 1926.

Der Kern der Zwiebel bleibt am längsten frisch. Einzelne Blätter können sich frisch halten, trotzdem die umgebenden Blätter vollständig zerstört sind.

Bei einer Lagertemperatur von —1° C fangen die Zwiebeln im Mai an auszuwachsen.

Die günstigste Lagertemperatur ist auch hier —3° C.

Zeitschriftenbericht.

Kältemaschinen.

Die neue Wasserdampf-Kältemaschine mit übereinander angeordneten Verdampfern und Verflüssigern System Scam-Follain. Von R. Follain. Revue générale du froid et des industries frigorifiques **9**, Heft 5 und 6, 1928.

Der Aufsatz ist die Wiedergabe eines vor dem 5. Internationalen Kältekongreß gehaltenen Vortrages. Die Neuerung gegenüber der Westinghouse-Leblanc-Maschine besteht darin, daß mehrere übereinanderstehende und hintereinandergeschaltete Verdampfer und Verflüssiger angeordnet sind. Die zu kühlende Sole durchfällt die Verdampfer und das Kühlwasser die Verflüssiger von oben nach unten, so daß oben die Temperatur der Sole am höchsten, die Temperatur des Kühlwassers am tiefsten ist. (Abb. 1). Die Sole (bezw. das zu kühlende Wasser) wird etwa in 3 Stufen von 15° auf 10°, 5° und 0° abgekühlt, wobei jede Stufe ihre eigene Dampfdüse erhält. Würde man mit nur einem Verflüssiger arbeiten, so würde der oberste Verdampfer nur $\frac{1}{2}$, der mittlere nur $\frac{1}{1{,}5}$ des Verbrauches des untersten Verdampfers haben, weil die oberen aus einem weniger tiefen Vakuum arbeiten. Hätte man nur einen einzigen Verdampfer, so müßte dieser mit dem Vakuum der tiefsten Stufe arbeiten. Diesem gegenüber beträgt die Ersparnis an Dampf $1-\frac{1}{3}\left(1+\frac{1}{1{,}5}+\frac{1}{2}\right)=0{,}28$ 28%. Eine weitere Ersparnis an Dampf und Wasser wird durch die Unterteilung des Verflüssigers erzielt. Man hat Mischkondensatoren und nicht Oberflächenkondensatoren gewählt, weil bei letzteren zu große und dementsprechend teure Flächen erforderlich sein würden, wenn man die Dampftemperatur derjenigen des abfließenden Wassers bis auf 1,5° C annähern will. Der Verfasser schätzt die Verminderung des Verbrauches an Wasser und Dampf durch die Unterteilung des Verflüssigers in 3 Stufen auf 30%, sodaß im ganzen der Verbrauch auf 0,72·0,7=0,50 desjenigen der einstufigen Maschine sinkt. Abb. 2 zeigt einen Schnitt durch den dreistufigen Verflüssiger. Die Höhe H entspricht dem Druckunterschied in der ersten und zweiten Stufe.

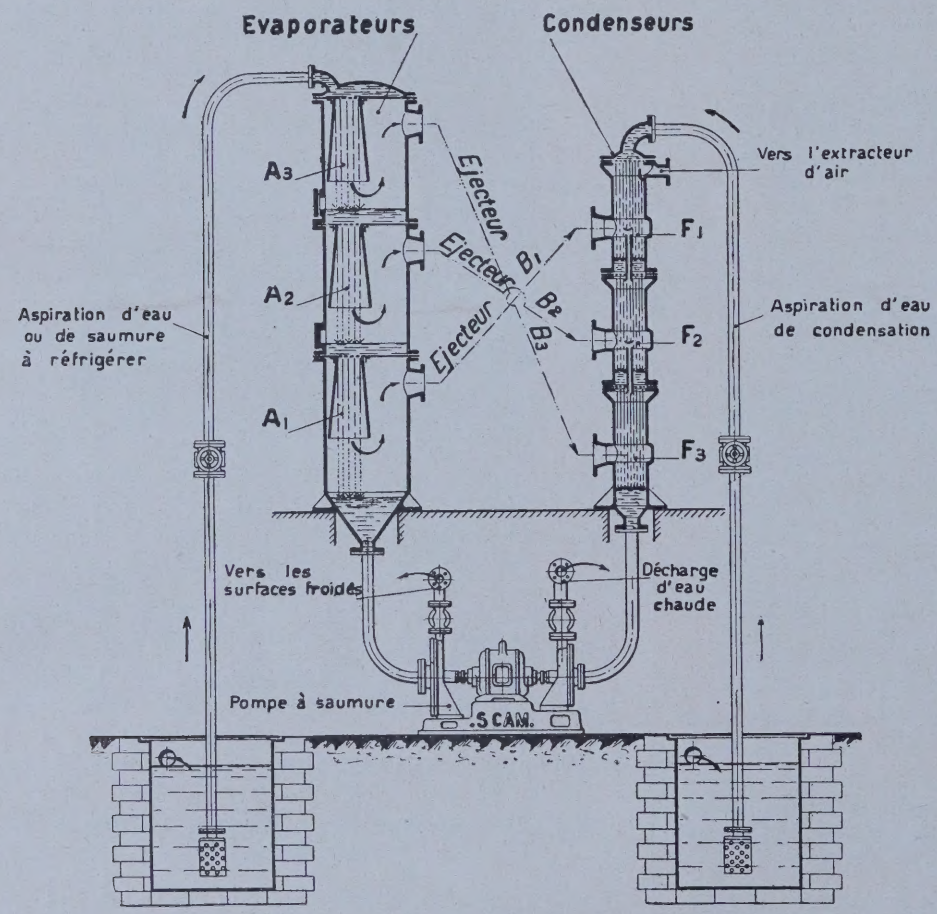


Abb. 1

Um die Wasserförderung von einer Kondensationsstufe zur andern vom Druckunterschied unabhängig zu machen, hat man den Dampfraum über B und das Ausgleichsrohr C eingeführt. Aenderungen der Druckunterschiede wirken sich nur in einer Veränderung der Höhe H aus, deren Aenderung auf die Höhe H' wegen des Querschnittsverhältnisses nur geringen Einfluß hat.

Die Luft wird durch eine zweistufige Dampfstrahlpumpe abgesaugt Die erste Stufe F saugt die Luft durch die Leitung E ab und fördert in den Zwischenkondensator G, der von H aus mit Wasser versorgt wird, das von der Entwässerungspumpe des Hauptverflüssigers geliefert wird. Der Dampfdruck in G ist viel höher als im Hauptverflüssiger, mit dem G durch das Rohr I in Verbindung steht. Die Düse J hat lediglich die mit Wasserdampf gesättigte Luft aus G ins Freie zu schaffen. Die Düse verbraucht etwa 50 kg Dampf auf 100000 kcal Kälteleistung im Verdampfer, der für Heizzwecke verfügbar ist.

Der Verfasser beschäftigt sich im weiteren mit der Wirtschaftlichkeit der mehrstufigen Wasserdampfkältemaschine im Vergleich zu den üblichen Systemen. Die Firma des Verfassers bietet die Maschinen für Landanlagen nur für Temperaturen über 0° C an, und nur bei Schiffsmaschinen auch für tiefere Temperaturen (bis —18° C) im Verdampfer.

Die Maschine kann in ihrer Leistungsfähigkeit leicht den Anforderungen des Betriebes angepaßt werden,

in dem man je nach Bedarf eine oder zwei oder alle 3 Stufen in Betrieb nimmt und dabei $^1/_3$ bezw. $^2/_3$ bezw. $^3/_3$ der Volleistung erhält.

Der Verfasser bringt die genauen Versuchszahlen einer dreistufigen Maschine (1926) von rund 100000 kcal/h, sowie die einer einstufigen (1915) von 200000 kcal/h. Der stündliche Verbrauch der dreistufigen Maschine betrug 330 kg Dampf von 6,5 atü, 21,2 m³ Kühlwasser von 17,5° C und 5,1 PS für 2 Zentrifugal-

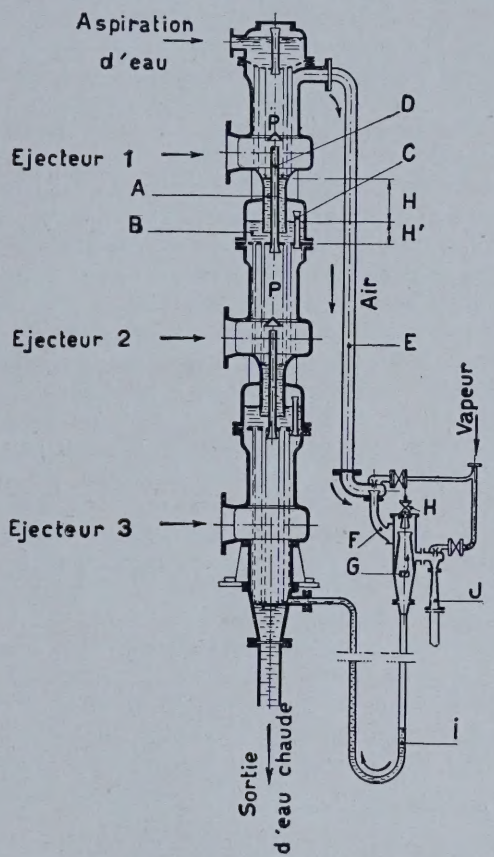


Abb. 2

pumpen, während bei der einstufigen Maschine die Verbrauche auf dieselbe Kälteleistung bezogen waren: 687 kg Dampf, 68,7 m³ Wasser 62,5° C und 12 PS. Bei Kühlwasser von 17,5° wäre der Verbrauch bei der vierstufigen Maschine nur 41 m³ gewesen.

Im übrigen werden einige Anwendungen der Maschine z. B. zur Wiederverwendung von Lösungsmitteln in der Kautschuk-Industrie beschrieben. Kr.

Verschiedenes

Das Reifen der Bananen. Bulletin de l' Agence Générale des Colonies. France Nr. 226, S. 1192. (Auszug in Bulletin des renseignements frigorifiques **9**, Nr. 1 und 2, S. 87).

Grüne Bananen reifen bei + 20° C rasch und sind in 5 bis 7 Tagen vollreif. Die Atmungsstärke der Bananen beträgt bei 12° C nur die Hälfte derjenigen bei 20° C. Der tägliche Gewichtsverlust ist verhältnismäßig klein. Bei einer Temperatur von + 12° C und darunter wird nicht nur das Reifen der Bananen im Lagerraum verzögert, sondern die Früchte reifen auch dann nicht voll aus, wenn sie später auf höhere Temperatur gebracht werden. Die tiefe Temperatur verhindert die Bildung der hellen gelben Farbe und des Aromas. Aus dieser Tatsache folgt, daß sehr weite Transporte nur in sehr unvollkommener Weise ausgeführt werden können, da die Früchte wegen der erforderlichen Tiefkühlung schlecht ausreifen.

Bücherbericht

Hermann Weyl: Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin. Preis RM. 7,50.

Für das bei Oldenbourg erscheinende »Handbuch der Physik« schrieb der Züricher Mathematiker Hermann Weyl den Abschnitt über »Philosophie der Mathematik und der Naturwissenschaften«. Auf verhältnismäßig knappem Raum gibt der Verfasser eine wahrhaft glänzende Darstellung der philosophischen Ideen, durch welche die Entwicklung dieser Wissenschaften von ihren Anfängen bis auf unsere Tage gefördert wurde.

Der erste Teil »Mathematik« beginnt mit einer Untersuchung der verschiedenen Arten von Relationen. Eigenschaften und Urteile werden auf ihre gemeinsame Wurzel zurückgeführt; es folgt eine Betrachtung der Methoden, deren sich die Mathematik zur Definition bedient, unter denen die »schöpferische Definition« zur Bildung neuer Begriffe besonders hervorragt. Die wichtige Bedeutung der Logik und ihrer klassischen drei Grundsätze wird beleuchtet und auf die Stellung hingewiesen, die hierbei der »Satz vom ausgeschlossenen Dritten« spielt. Hier bedient sich Weyl der Zeichen der Symbolischen Logik, wodurch unabhängig von den Zufälligkeiten der Sprache die Darstellung eine sonst unerreichbare Klarheit gewinnt. Es sei hier nur darauf hingewiesen, daß die Aufdeckung der logischen sieben Grundrelationen außerordentlich befruchtend auf die bisher kaum untersuchten logischen Grundlagen der Sprachen werden kann. — Hieran schließt sich eine Untersuchung der verschiedenen Schlüsse und ihrer Grundlagen, der Axione. Die verschiedenen Richtungen der Mathematik, die hieraus hervorgehen, Intuitionismus und Symbolismus werden eingehend in ihrer Entwicklung behandelt. An eine Würdigung Brouwers und Hilberts schließt sich ein Abschnitt über die Grenzen der mathematischen Erkenntnis. Der Zahlen- und Mengenbegriff, das Unendliche und der Grenzübergang runden diesen Teil der Untersuchung ab.

Als Anwendungsgebiet der Mathematik werden die philosophischen Grundlagen der Geometrie erläutert, die drei Arten der Geometrie an Hand der Maßverhältnisse unterschieden und hier der Begriff der Relativität, der Riemann'schen mehrdimensionalen Geometrie und der für die moderne Physik so wichtigen Bewegungsgruppen eingeführt.

Hieran schließt sich der zweite Teil »Physik«. Am Anfang steht eine historische Uebersicht über die Entwicklung des Raum-Zeit-Begriffs und seiner Bedeutung für unsere Erkenntnis, sowie ein Hinweis auf den fundamentalen Gegensatz zwischen subjektiv-absoluter und objektiv-relativer Betrachtung. Wir sehen, wieweit unsere Kenntnis der Natur vom Begriff des Messens abhängt und unter welchen Voraussetzungen physikalische Begriffe und Theorien zustandekommen. Den Schluß bilden eingehende Betrachtungen der modernen Anschauungen über die

Materie, besonders der Atomtheorie, Feldtheorie und des Aetherbegriffs, sowie des in letzter Zeit vielfach falsch verstandenen Gegensatzes: Kausalität — Wahrscheinlichkeit. Weyl legt hier dar, daß die moderne Physik nach wie vor am Kausalitätsprinzip festhält, und daß die Wahrscheinlichkeit kein »Prinzip« ist, sondern nur ein Hilfsmittel, um scheinbar ungeordnete, aber trotz allem kausal bedingte Vorgänge, der mathematischen Behandlung zugängig zu machen.

Mit dieser Betrachtung endet die überaus elegante Darstellung, die trotz des umfangreichen Stoffes leicht verständlich ist. Nur darf man nicht außer acht lassen, was der Verfasser in einem einleitenden Satz sagt: Wer sich mit der Philosophie der Wissenschaften befassen will, muß zunächst über eine Kenntnis dieser Wissenschaften selbst verfügen. Lb.

Dr.-Ing. W. Pauer. Energiespeicherung. (Bd. VI der Sammlung: Wärmelehre und Wärmewirtschaft in Einzeldarstellungen). Mit 57 Abb., VIII und 179 S., Dresden und Leipzig. Verlag von Theodor Steinkopf. 1928.

Aufgabe des vorliegenden Buches ist in der Hauptsache, die Umstände zu erforschen, durch welche die bei Störungen des Beharrungszustandes auftretende unwirtschaftliche Betriebsweise zu mildern oder zu beseitigen ist. In dieser Beziehung sind von maßgebender Bedeutung die bei jedem mit Massen arbeitenden System vorhandene Eigenspeicherung und die Fremdspeicherung (Schwungrad-, Wasserkraftspeicher, Wärmespeicherung in Flüssigkeiten, Speicher für Dampfkraftanlagen, Wärmespeicherung in festen Körpern.)

Die Wirkung dieser Speicher in Abhängigkeit von den Betriebseigenschaften der Anlagen wird eingehend untersucht; Wirkungsgrad, Größe und Kosten der Speicher werden ermittelt.

Der Wert des Buches liegt in der gründlichen, theoretischen und praktischen Beherrschung des Stoffes, in der Vollständigkeit der Darstellung (so werden auch die Lösungsspeicher und elektrochemischen Speicher kurz behandelt); der einfachen, durchsichtigen Formulierung der mathematischen Ergebnisse; der klaren, sorgfältigen Sprache, die das Studium des Buches zu einem Genuß macht.

Das Werk kann jedem wärmstens empfohlen werden, der mit Kraft- und Wärmewerken zu tun hat. H. D.

Wirtschaftliche Nachrichten

Berliner Eispreise ab 15. ds. Mts.

Händler ab Werk RM. 0,95 je Zentner, Verbraucher ab Werk RM. 1,20 je Zentner, Verbraucher frei Haus RM. 1,35 je Zentner.

Kleine Mitteilungen

5. Internationaler Kältekongreß.

Herr Ing. G. La Cauza teilt mit, daß sein Vortrag den Titel hatte: »Das Gesetz des Gefrierens verdünnter Lösungen« und nicht »die Konzentrierung des Zitronen- und Orangensaftes durch Abkühlung«.

Persönliches

Dieser Tage feierte Herr Oberveterinärrat Dr. **Hugo Heiß**-Straubing, der weit über die Grenzen unseres Vaterlandes hinaus bekannte Pionier und Altmeister des Schlachthofbaues, der Schlachthofwissenschaft und -technik, seinen 65. Geburtstag. Ganz besondere Verdienste hat er sich um die wachsende Verbreitung der künstlichen Kälte in deren frühester Entwicklungszeit erworben, ferner durch die besorgte Wahrung der Interessen der einschlägigen deutschen Industriezweige im Ausland und die streng rechtlichen und unabhängigen Sachberatungen, welche eine Unsumme von Städten in der Beurteilung maschineller Angebote gefunden hat. Es bedurfte mühsamer und langwieriger Arbeit, den Bau und die Einrichtung deutscher Schlachthöfe so durchgreifend zu verbessern, daß heute eine stattliche Zahl deutscher Anlagen Spitzenleistungen darstellen, auf welche die Welt mit Bewunderung blickt.

Es ist wohl nicht zu viel gesagt, wenn man das Verdienst hierfür in erster Linie der unermüdlichen praktischen und wissenschaftlich-literarischen Tätigkeit des Dr. Heiß zuspricht, der durch Einsatz seiner Persönlichkeit, seines tiefgehenden Wissens und nicht zuletzt durch seine schöpferische Kraft dieses Ziel erreichen half. Ihm verdankt man die ausschlaggebende Vorarbeit zur allgemeinen Einführung humaner Schlachtung durch Schußbetäubung, das Standardwerk über »Bau, Einrichtung und Betrieb öffentlicher Schlacht- und Viehhöfe« und die Erfindung des nach ihm benannten Abfallverwertungsapparates zur Erzeugung hochwertiger Kraftfuttermittel. Seit 28 Jahren leitet er den technischen Teil der Deutschen Schlachthofzeitung, ist korrespondierendes Mitglied der Royal Society in London und beriet 100 Schlachthofanlagen, was allein eine Riesenleistung darstellt.

Mögen ihm noch viele Jahre freudigen Schaffens beschieden sein. Krause.

Patentberichte.

Anmeldungen.

17 a, 1. B. 117962. Eugenio Viaggini, Muralto b. Locarno; Vertr.: Dipl.-Ing. E. Bierreth, Pat.-Anw., Berlin SW 48. Kälteanlage. 2. 2. 25. Schweiz 15. 9. 24.

17 a, 8. P. 54312. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Absorptionskälteapparat. 3. 1. 27. Schweden 8. 1. 26.

17 a, 5. P. 56735. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verfahren zur Kühlung wärmeabgebender Teile von Absorptions-, insb. Kälteapparaten. 20. 12. 27. St. Amerika 13. 9. 27.

17 b, 3. H. 108148. Adolf Hartmann, Bremen, Osterdeich 82. Verfahren zur Erzeugung eines klaren und harten Kunsteises aus natürlichem Wasser. 28. 9. 26.

17 g, 2. M. 93375. Johanna Mewes, geb. Ludwig, Berlin NW 21, Pritzwalker Str. 8, Hildegard Mewes, Stuttgart, Augustenstr. 81, und Rudolf Mewes,

Dortmund, Winterfeldstr. 27. Vorkühlverfahren zur Verflüssigung und Trennung schwer verflüssigbarer Gase und Gasgemische. 5. 8. 22.

17 a, 2. A. 47893. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie, Baden, Schweiz; Vertr.: Dr. e. h. Robert Boveri, Mannheim-Käfertal. Vorrichtung zum Trockenhalten umlaufender Wellen. 2. 6. 26.

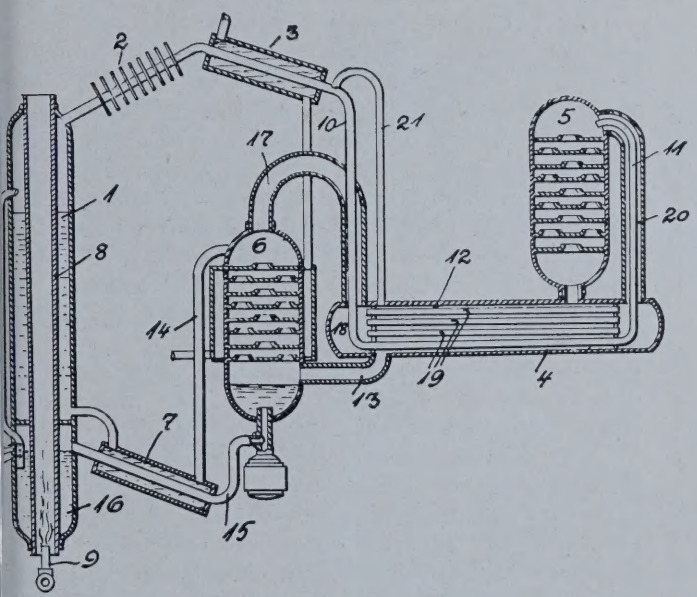
17 a, 4. B. 122994. Gerard Everhard Vakker, Pieter Kerkhover und Karel Frederik Hennemann, Haag, Holland; Vertr.: Dipl.-Ing. Dr. B. Oettinger, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Ueberwachungseinrichtung für auf gleicher Temperatur zu haltende Anlagen. 1. 12. 25.

Löschungen.

17a 457135, 403787, d 391678, 432915.

Auszüge aus den Patentschriften.

17a. 8. 459088. Vorrichtung zur Förderung der Absorptionsflüssigkeit in Absorptionskälteapparaten. Platen - Munter Refrigerating System Aktiebolag in Stockholm. Erfinder: Alvar Lenning in Stockholm. Patentiert im Deutschen Reiche vom 23. Juni 1927 ab. Die Priorität der Anmeldung in den Vereinigten Staaten von Amerika vom 8. Januar 1927 in Anspruch genommen.



Patent-Ansprüche:

1. Vorrichtung zur Förderung der Absorptionsflüssigkeit in Absorptionskälteapparaten, dadurch gekennzeichnet, daß in die in einem Gefäß (16) durch Wärmezufuhr unter Druck gesetzte Absorptionsflüssigkeit ein am unteren Ende mit einer oder mehreren seitlichen Oeffnungen (23 bzw. 24, 25) versehenes Steigrohr (22) eintaucht, durch das die Absorptionsflüssigkeit teils durch Druckwirkung und teils durch den Auftrieb der durch die seitlichen Oeffnungen eintretenden Gasblasen gefördert wird.

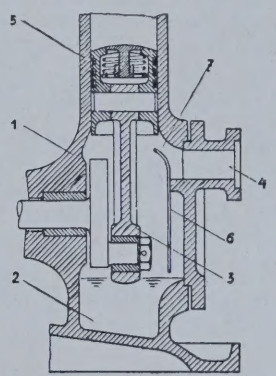
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Steigrohr (22) in seiner Seitenwandung, soweit diese in Flüssigkeit eintaucht, mehrere untereinanderliegende Löcher (23, 24, 25) besitzt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser der untereinanderliegenden Löcher (23, 24, 25) von oben nach unten zunimmt.

17a. 17. 459420. Vorrichtung zur Zuführung des Kältemittelgases in das geschlossene Kurbelgehäuse einer Kompressionskältemaschine. Dipl.-Ing. Gustav Strobl in Magdeburg. Patentiert im Deutschen Reiche vom 12. September 1926 ab.

Patent-Anspruch:

Vorrichtung zur Zuführung des Kältemittelgases in das geschlossene Kurbelgehäuse einer Kompressionskältemaschine, bei der Schleuderschmierung in Anwendung kommt, dadurch gekennzeichnet, daß das in das Kurbelgehäuse eintretende Kältemittelgas von dem im Kurbelgehäuse befindlichen Oelnebel durch eine Zwischenwand getrennt geführt wird, die einerseits bis in den Oelsumpf und andererseits mit einem Wulst oder einer nach einwärts gebogenen Kante bis dicht an den Arbeitsraum des Zylinders reicht.



17c. 3. 458648. Vorrichtung zum Kühlen mittels Kältesalz durch Lösung. Dr. Peter Schlumbohm in Berlin. Patentiert im Deutschen Reiche vom 22. März 1927 ab.

Patent-Ansprüche:

1. Vorrichtung zum Kühlen mittels Kältesalz durch Lösung, gekennzeichnet durch einen die trockenen Kältesalze in abgemessener Menge aufnehmenden luft- und wasserdichten Behälter, der zugleich das Aufbewahrungsgefäß für die Salze und das Kühlgefäß für die Aufnahme der Salzlösung und des zu kühlenden Gegenstandes bildet und so bemessen ist, daß das Volumen seines Hohlraums gleich der Summe der Volumina des zu kühlenden Gegenstandes und der Salzlösung ist, die entsteht, wenn die gerade zum Lösen des Salzes erforderliche Wassermenge eingegossen wird.

2. Kühlvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter aus luft- und wasserdicht imprägnierter Pappe besteht.

17a. 8. 458799. Verschluß für Absorptionskälteapparate. Platen - Munters Refrigerating System Aktiebolaget in Stockholm. Patentiert im Deutschen Reiche vom 21. November 1926 ab. Die Priorität der Anmeldung in den Vereinigten Staaten von Amerika vom 21. November 1925 ist in Anspruch genommen.

Patent-Ansprüche:

1. Verschluß für Absorptionskälteapparate, insbesondere solche, bei denen das Kältemittel in ein druckausgleichendes Gas, z. B. Wasserstoff, diffundiert, gekennzeichnet durch seine Anordnung an einer Stelle

des Apparates, die während des Betriebes dauernd von Flüssigkeit bedeckt ist.

2. Verschluß nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch seine Anordnung an der tiefsten Stelle des Absorbers. 5 weitere Ansprüche.

17a. 17. 459046. Verfahren zur Entfernung von Luft aus dem Kältemittelkreislauf in Kühlsystemen. Dr.-Ing. Albert Klein in Stuttgart. Patentiert im Deutschen Reiche vom 23. Juni 1923 ab.

Patent-Anspruch:

1. Verfahren zur Entfernung von Luft aus dem Kältemittelkreislauf in Kühlsystemen durch Kühlung des Gemisches von Kältemittel und Luft bis zur Kondensation des ersteren, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem Hauptkreislauf des Dampf-Luft-Gemisches ein Teil mittels einer Pumpe entnommen und dem Abscheider zugeführt wird.

12 weitere Ansprüche.

Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender: Geh.-Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. **H. Lorenz** Technische Hochschule Danzig

Schriftführer: **A. Kaufmann,** Oberingenieur Berlin W 35, Blumeshof 14/I

Schatzmeister: **E. Brandt,** Direktor Berlin-Hermsdorf, Waldseestraße 5 Postscheck-Konto Berlin Nr. 148122

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Ober-Reg.-Rat Prof. Dr. **Fr. Henning,** Berlin.
Arbeitsabtlg. II: Für Bau u. Lieferung von Maschinen, Apparaten. Obmann: Direktor Dipl.-Ing. **O. Hippenmeyer,** Wiesbaden
Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis. Obmann: Veterinärrat Direktor **Dr. Bützler,** Köln

An unsere verehrlichen Mitglieder!

Betr. Jahresbeitrag für 1929.

Der Jahresbeitrag ist satzungsgemäss vor dem 1. Dezember d. Js. zu entrichten, widrigenfalls er durch Postauftrag erhoben werden muss. Zahlung portofrei an den Schatzmeister, Herrn Direktor E. Brandt, Berlin-Hermsdorf, Waldseestr. 5, für Deutschen Kälte-Verein, Postschekkonto Berlin 148122.

Höhe des Beitrages:

für besuchende Mitglieder	RM 10.—
„ ordentliche Mitglieder	RM 20.—
„ Firmen, Behörden	RM 60,—

Berlin, Anfang November 1928

Der Vorstand
i. A.: Kaufmann, Schriftführer.

Berliner Kälte-Verein

(Bezirksverein des Deutschen Kälte-Vereins)

Bericht

über die Monatsversammlung am 17. April 1928 in den Räumen der „Gefei" Gesellschaft für elektrotechn. Industrie m. b. H. in Berlin SO, Maybachufer 48/51.

Vorsitzender: Herr Kaufmann

Nach einigen einleitenden Worten des Vorsitzenden, die teilweise der Eröffnung des internationalen Kältekongresses in Rom galten, erklärte Herr Oberingenieur Schröder der Gefei unter Vorführung von Beispielen in anschaulicher Weise die verschiedenen elektrischen Schweißverfahren. Er ließ ferner eine auf dem gleichen Prinzip beruhende feuerlose Schmiedeesse vorführen, bei der das Schmiedestück sehr rasch rotglühend wurde und sich nur lokal erwärmte. Die Veranstaltung fand bei den Teilnehmern das regste Interesse, was der Vorsitzende auch in seinen Dankesworten an die Direktion und den Vortragenden zum Ausdruck brachte.

Der Schriftführer: J. Schindler.

Bericht

über die Monatsversammlung am 22. Mai 1928 im Eulerzimmer des Vereinshauses Deutscher Ingenieure, Berlin.

Vorsitzender: Prof. Dr. Henning.

Der Vorsitzende sprach allgemein über den Verlauf des internationalen Kältekongresses in Rom und bedauerte insbesondere, daß mehrere Herren, die Vorträge angekündigt hatten, nicht erschienen waren und ihre Vorträge teilweise nicht einmal im Original, sondern nur auszugsweise verlesen worden sind.

Von den Herren, die am Kältekongreß teilnahmen, haben sich die Herren Dr.-Ing. Cammerer, Prof. Dr. Henning, Dr.-Ing. Krause und Gewerberat Zäuner geeinigt, über bestimmte Vorträge zu berichten.

Zuerst verlas Herr Dipl.-Ing. Schnell an Stelle des am Erscheinen verhinderten Herrn Cammerer dessen Referat über die Vorträge auf dem Gebiete des Wärme- und Kälteschutzes, welches bereits im Juliheft der Vereinszeitschrift erschienen ist.

Von den maschinentechnischen Vorträgen konnte Herr Krause nur ganz allgemein berichten. Er wies besonders auf die beiden interessanten Vorträge von Dr. Inokuty hin, von denen der eine über das Auffinden des wirtschaftlichsten Kondensatordruckes bei Kältemaschinen im Septemberheft der Zeitschrift erschienen ist. Von Interesse war ferner ein Vortrag von Foullain über die von ihm stammende Bauart der Wasserdampfkältemaschine. Von den Arbeiten über Kälteverwendung war besonders diejenige von Rasmusson-Norrköpping über die Lagerung von Zwiebeln zu erwähnen.

Herr Zäuner berichtete kurz über die Vorträge, die sich mit der Belüftung von Theatern, Krankenhäusern, Versammlungs- und Arbeitsräumen befaßten.

Herr Henning gab einen ausführlichen Bericht über die wissenschaftlichen Vorträge, der im Juniheft unserer Zeitschrift erschienen ist.

Zum Schluß machte Herr Kaufmann nochmals auf die Hauptversammlung in Danzig aufmerksam und teilte noch mit, daß nach dem allseitig befriedigenden Verlauf, den das letzte Fest der Technik hatte, baldigst mit den Vorbereitungen für ein neues begonnen werden soll.

Der Schriftführer: J. Schindler.

Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Begründet 1893 durch Dr. H. Lorenz

Zugleich Zeitschrift des Deutschen Kälte-Vereins

Schriftleiter: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 87, Klopstockstr. 9 — Druck: H. Beucke & Söhne, Dissen T. W
Verlag: Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

12. Heft **Berlin W. 9, im Dezember 1928** **35. Jahrgang**

Inhalt:

Abhandlungen, Vorträge, Berichte. Regeln für Leistungsversuche an Kältemaschinen und Kühlanlagen. (Entwurf) S. 233. Ueber die Kompressibilität von Gasen, insbesondere bei tiefen Temperaturen. Von Dr. J. Otto. S. 238. — Bericht über den Stand der Normung in der Kälte-Industrie. Von Dipl.-Ing. J. Schindler, Berlin-Tegel. S. 243. — Neue amerikanische Verdampferbauarten. S. 245.
Zeitschriftenbericht. S. 248. — **Bücherbericht.** S. 250.
Kleine Mitteilungen. S. 250. — **Patentberichte.** S. 250.
Deutscher Kälte-Verein. S. 252. — Berliner Kälte-Verein. S. 252.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

Regeln für Leistungsversuche an Kältemaschinen und Kühlanlagen. (Entwurf).[1])

Einleitung.

Die erste Auflage der Deutschen »Regeln für Leistungsversuche an Kältemaschinen und Kühlanlagen« erschien im Jahre 1922 und erfreute sich allgemeiner Beliebtheit und Anerkennung im Inland und Ausland. Bei der vorliegenden zweiten Auflage wurde der allgemeine Aufbau der »Regeln« nicht geändert; sie zerfallen wieder in 3 Teile:

A) Den eigentlichen Wortlaut der »Regeln«,

B) Die Erläuterungen und Ausführungsbestimmungen,

C) Die Tabellen und Diagramme.[2])

In den einzelnen Abschnitten wurde der fortschreitenden Entwicklung der Kältetechnik Rechnung getragen; so wurde vor allem die Verbund-Kompression in die Regeln einbezogen, die große Verbreitung gefunden hat. Bei der Bestimmung der Kälteleistung wurde das Verfahren der Messung der umlaufenden Menge des Kälteträgers stärker in den Vordergrund gerückt. Bei den »Normalbedingungen« wurde die Temperatur des unterkühlten Kälteträgers im Interesse einer internationalen Einigung von $+12{,}5^0$ auf $+15^0$ erhöht. In die Tabellen wurde neben Ammoniak, Kohlensäure und schwefliger Säure auch noch Chlormethyl (Methylchlorid) aufgenommen. Für jeden der 4 Kälteträger ist ein thermodynamisches Diagramm beigefügt.

Im Interesse einer einheitlichen Beurteilung von Kältemaschinen und Kühlanlagen sowie eines einwandfreien Vergleichs von Versuchsergebnissen werden alle Erzeuger, Eigentümer und sachverständige Beurteiler von Kühlanlagen gebeten, sich der vorliegenden »Regeln« zu bedienen. Etwaige Aenderungs- oder Ergänzungsvorschläge sind zu richten an Prof. Dr.-Ing. R. Plank, Kältetechnisches Institut der Technischen Hochschule, Karlsruhe. Die Prüfung solcher Vorschläge wird durch den unterzeichneten Arbeitsausschuß erfolgen.

Deutscher Kälte-Verein

Der Arbeitsausschuß:

Prof. Dr.-Ing. R. Plank, Karlsruhe (Obmann, zugleich Beauftragter des Vereins Deutscher Ingenieure);

E. Altenkirch, Berlin;

Dr.-Ing. M. Krause, Berlin.

Dr.-Ing. H. Ombeck, Wiesbaden.

I. Allgemeine Bezeichnungen.

Q_0 (q_0) Kälteleistung, Verdampferleistung in kcal/h (kcal/m³).

Q (q) Kondensatorleistung in kcal h (kcal m³),

$A = \frac{1}{427}\frac{\text{kcal}}{\text{mkg}}$ mechanisches Wärmeäquivalent,

L_i indizierte Kompressorarbeit in mkg,

N_i indizierte Kompressorleistung in PS oder kW

$K = \frac{Q_0}{N_i}$ spezifische Kälteleistung in $\frac{\text{kcal}}{\text{PSh}}$ oder $\frac{\text{kcal}}{\text{kWh}}$,

p_0 Verdampferdruck in at abs,

p Kondensatordruck in at abs,

T_0 (t_0) Verdampfungstemperatur,

T (t) Kondensationstemperatur,

T_u (t_u) Temperatur des unterkühlten Kältemittels vor dem Drosselventil,

T_s (t_s) Soletemperatur,

T_l (t_l) Lufttemperatur,

T_w (t_w) Kühlwassertemperatur,

t_{se}, t_{we} Temperaturen beim Eintritt

t_{sa}, t_{wa} Temperaturen beim Austritt

G_K, G_s, G_w stündlich strömendes Gewicht des Kälteträgers, der Sole, des Kühlwassers in $\frac{\text{kg}}{\text{h}}$

V Volumen in m³,

v spezifisches Volumen in m³/kg oder l/kg

γ spezifisches Gewicht in kg m³ oder kg/l,

[1]) Dieser Entwurf wird hiermit zur Diskussion gestellt. Etwaige Einwendungen und Wünsche sind bis **zum 1. 2. 1929** an Herrn Prof. Dr. R. Plank, Karlsruhe (Baden), Techn. Hochschule, zu richten. Die Regeln erscheinen im Februar 1929. Die Schriftleitung.

[2]) In diesem Entwurf ist nur der eigentliche Wortlaut der Regeln enthalten.

s Entropie
i Enthalpie (Wärmeinhalt)
u innere Energie
Die Werte v', γ', s', i', u' beziehen sich auf die linke Grenzkurve
Die Werte v'', γ'', s'', i'', u'' beziehen sich auf die rechte Grenzkurve
} bezogen auf 1 kg
r gesamte Verdampfungswärme
ϱ innere Verdampfungswärme
ψ äußere Verdampfungswärme
c spezifische Wärme in kcal/kg. °C
n Umlaufzahl in der Minute
λ Lieferungsgrad
η_i indizierter Wirkungsgrad (Gütegrad)

II. Festlegung praktischer Normaltemperaturen.

a) Für das »innere Verhalten« im Kältemittel (vgl. die Erläuterungen unter B II):

$t_0 = -10^0$, $t = +25^0$; $t_u = +15^0$

b) Für das »äußere Verhalten« in der Sole oder Luft und im Kühlwasser (vgl. Erl. B II).

$t_l = 0^0$, $t_s = -5^0$ $t_{we} = +10^0$; $t_{wa} = +20^0$

III. Vergleichsprozesse.

1. Für einstufige Kompression.

a) Carnotscher Kreisprozeß im Gebiet gesättigter Dämpfe. (Vgl. Abb. 1).

α) Für das innere Verhalten bezogen auf die gleichen Werte von T und T_0, wie in der Garantie angegeben.

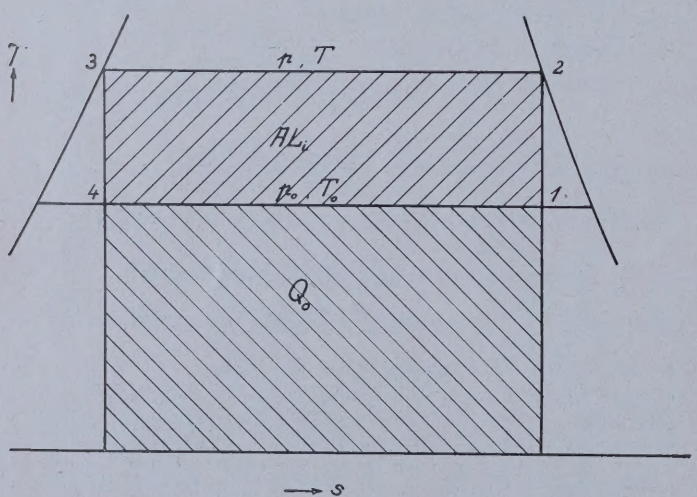


Abb. 1.

β) Für das äußere Verhalten, bezogen auf die gleichen Werte der tiefsten Soletemperatur T_{sa} oder Lufttemperatur T_{la} (als Temperatur der unteren Isotherme) und der Kühlwasserablauftemperatur T_{wa} (als Temperatur der oberen Isotherme), wie in der Garantie angegeben.

Die Anwendung dieses Carnot'schen Kreisprozesses ist natürlich nicht mehr möglich, wenn der Kondensatordruck den kritischen Druck übersteigt, was z. B. bei CO_2-Maschinen gelegentlich auftritt.

b) Vergleichsprozeß mit Unterkühlung, Drosselung und adiabatischer Kompression trocken gesätt gt angesaugter Dämpfe (trockener Gang, vergl. Abb. 2):

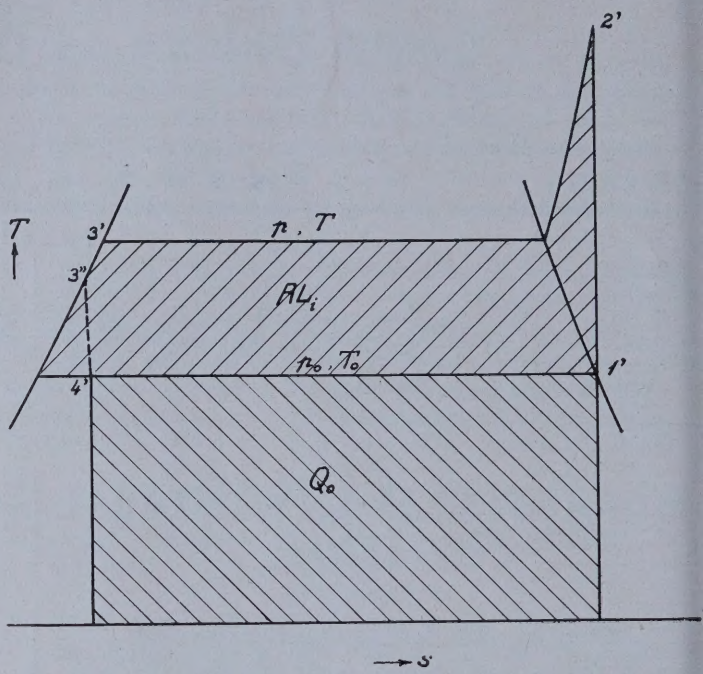


Abb. 2.

α) Für das innere Verhalten, bezogen auf die gleichen Werte von T, T_0 und T_u wie in der Garantie angegeben.

β) Für das äußere Verhalten, bezogen auf die gleichen Werte der tiefsten Soletemperatur T_{sa} oder Lufttemperatur T_{la} als Verdampfertemperatur, der Kühlwasserablauftemperatur T_{wa} als Kondensatortemperatur und der Kühlwassereintrittstemperatur T_{we} als Temperatur der Unterkühlung.

2. Für zweistufige Kompression mit ein- oder zweistufiger Verdampfung.

a) Carnotscher Kreisprozeß im Gebiet gesättigter Dämpfe.

b) Praktischer Vergleichsprozeß mit Unterkühlung, zweistufiger Drosselung, Ansaugen des bei der ersten Drosselung gebildeten Dampfes durch den Hochdruckzylinder, vollständiger Zwischenkühlung des Dampfes hinter dem Niederdruckzylinder bis zur Sättigungsgrenze zuerst durch Kühlwasser und dann durch verdampfende Mitteldruckflüssigkeit und mit adiabatischer Kompression trocken gesättigt angesaugter Dämpfe in beiden Stufen (vgl. Abb. 3).[1])

Als Zwischendruck p_{01} ist bei zweistufiger Verdampfung der Sättigungsdruck für die vorgeschriebene obere Verdampfungstemperatur t_{01} zu wählen. Bei einstufiger Verdampfung muß der dem Arbeitsminimum entsprechende Druck gewählt werden. Geringe Abweichungen von diesem günstigsten, umständlich zu bestimmenden Zwischendruck sind belanglos, so daß hierfür stets angenähert $p_{01} = \sqrt{p \cdot p_{02}}$ angenommen werden kann. Weicht der gemessene Zwischendruck hiervon nur wenig ab, so kann auch er dem Vergleichsprozeß zu Grunde gelegt werden.

[1]) R. Plank, Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie 1928, Heft 2, S. 17.

Für α) das innere Verhalten und β) das äußere Verhalten gilt sinngemäß dasselbe wie bei einstufiger Kompression.

IV. Wirkungsgrade.

1. Für einstufige Kompression.

Aus der Messung der stündlichen Kälteleistung Q_0 nach einer der im nächsten Abschnitt V genannten Verfahren und des indizierten Leistungsverbrauches N_i des Kompressors in PS oder kW mit Hilfe des Indikators sind die folgenden Wirkungsgrade zu berechnen:

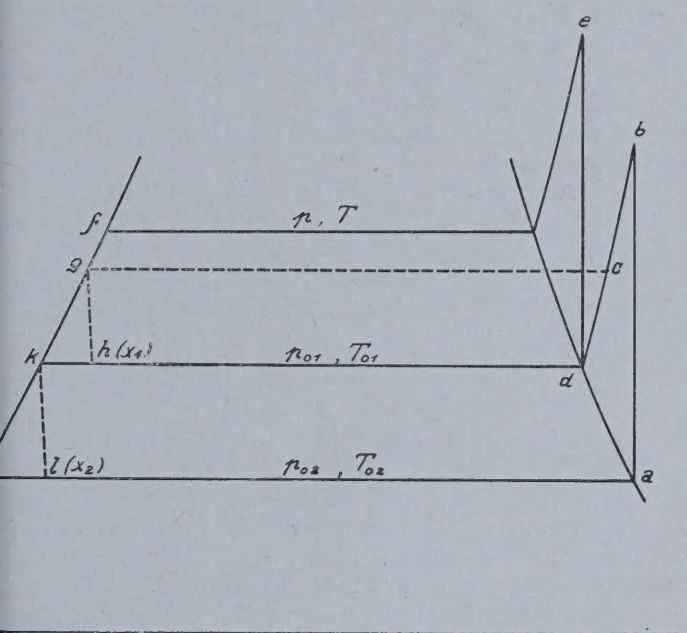


Abb. 3.

a) Für den Kompressor (inneres Verhalten).

α) Der Lieferungsgrad λ, der alle volumetrischen Verluste enthält. Es ist

$$\lambda = \frac{q_0}{q_{0\,th}};$$

dabei bedeutet q_0 die beim Versuch unter den gegebenen Bedingungen (T, T_0, T_u) tatsächlich gemessene stündliche Brutto-Kälteleistung (einschließlich der durch Wärmeeinstrahlung in den Verdampfer und in die kalten Leitungen bedingten Verluste), dividiert durch das stündliche (geometrische) Hubvolumen V des Kompressors in m^3, und $q_{0\,th}$ die unter den gleichen Bedingungen theoretisch mögliche Kälteleistung des Vergleichsprozesses pro m^3 angesaugten Dampfes.

$q_{0\,th}$ und damit auch λ könnte dabei entweder auf den Carnot-Prozeß (III 1 a α) bezogen werden (λ_c) oder auf den Vergleichsprozeß mit Drosselung, Unterkühlung und adiabatischer Kompression trocken gesättigter Ansaugedämpfe (III 1 b α). Der auf den Carnot-Prozeß bezogene Lieferungsgrad ist jedoch praktisch bedeutungslos (vgl. B IV).

Die Werte von $q_{0\,th}$ für den Vergleichsprozeß (III 1 b) findet man in den Tabellen 5 bis 8 im Anhang. Der »normale« Lieferungsgrad λ_n wird auf die unter II. angegebenen praktischen Normaltemperaturen bezogen.

β) Der indizierte Wirkungsgrad (Gütegrad) η_i, der die Wirtschaftlichkeit kennzeichnet. Es ist

$$\eta_i = \frac{K}{K_{th}}$$

dabei bedeutet $K = \frac{Q_0}{N_i}$ die beim Versuch unter den Garantiebedingungen (T, T_0, T_u) tatsächlich gemessene stündliche Brutto-Kälteleistung, dividiert durch den indizierten Leistungsverbrauch in PS oder kW, und $K_{th} = \frac{Q_{0\,th}}{N_{i\,th}}$ die entsprechende Größe für den Vergleichsprozeß.

$\frac{Q_{0\,th}}{N_{i\,th}}$ und damit auch η_i kann dabei entweder auf den Carnot-Prozeß (III 1 a α) bezogen werden (η_{ic}) oder auf den Vergleichsprozeß (III 1 b α). Diese letzteren Werte von $\frac{Q_{0\,th}}{N_{i\,th}}$ findet man in den Tabellen 9 bis 12 des Anhanges. (Spezifische Kälteleistung).

Der »normale« indizierte Wirkungsgrad η_{in} wird auf die unter II angegebenen praktischen Normaltemperaturen bezogen.

γ) Außer den unter α) und β) angegebenen Wirkungsgraden kann für den Kompressor noch der mechanische Wirkungsgrad η_m bestimmt werden.

b) Für die Kühlanlage (äußeres Verhalten).

Man setzt hier in die Ausdrücke für λ (IV 1 a α) und η_i (IV 1 a β) nicht die Bruttokälteleistung, sondern nur die Nettokälteleistung (gemessen in der Sole oder in der Luft) unter den Garantiebedingungen [T_w, T_w (oder G_w), T (oder T)], und bezieht ebenso die theoretischen Werte auf die unter III 1 a β bzw. III 1 b β angegebenen Temperaturen. Die Berechnung von λ_c ist auch hier praktisch bedeutungslos.

2. Für zweistufige Kompression.

Der Index 1 soll die thermischen u d kalorischen Größen des Mitteldruckverdampfers und der Index 2 diejenigen des Niederdruck-Verdampfers kennzeichnen.

Aus der Messung der Kälteleistungen Q_{01} und Q_{02}, der Kondensatorleistung Q und der indizierten Leistungsverbräuche N_1 und N_2 des Hoch- und Niederdruckzylinders sind folgende Wirkungsgrade zu berechnen, die im Sinne des Abschnittes IV 1 auf das innere oder das äußere Verhalten bezogen werden können:

α) Der Lieferungsgrad λ, der alle volumetrischen Verluste enthält.

Für den Niederdruckzylinder, der nur den Dampf aus dem Niederdruckverdampfer ansaugt, berechnet sich λ_2 genau so, wie für einen einstufigen Kompressor, der zwischen den Grenzen T_{01} und T_{02} arbeitet. Es wird:

$$\lambda_2 = \frac{q_{02}}{q_{02\,th}}$$

dabei ist q_{02} die beim Versuch unter den gegebenen Bedingungen (T, T_{01}, T_{02}) tatsächlich gemessene stündliche Kälteleistung des Niederdruckverdampfers, dividiert durch das stündliche (geometrische) Hubvolumen V_2 des Niederdruckzylinders, und $q_{02\,th}$ die unter den gleichen Bedingungen mögliche Kälteleistung des Vergleichsprozesses III 1 b zwischen den Grenzen T_{01} und T_{02} (ohne Unterkühlung).

Für den Hochdruckzylinder, der den Dampf aus beiden Verdampfern verdichtet, kann λ_1 nur aus

der Messung der Kondensatorleistung Q ermittelt werden. Es wird:

$$\lambda_1 = \frac{q}{q_{th}},$$

dabei ist q die beim Versuch unter den gegebenen Bedingungen (T, T_{01}, T_{02}, T_u) tatsächlich gemessene stündliche Kondensatorleistung (einschließl. der Leistung eines etwa vorhandenen Nachkühlers), dividiert durch das stündliche (geometrische) Hubvolumen V_1 des Hochdruckzylinders, und q_{th} die theoretische Kondensatorleistung für 1 m^3 vom Hochdruckzylinder angesaugten trocken gesättigten Dampfes.

β) Der indizierte Wirkungsgrad (Gütegrad) η_i, der die Wirtschaftlichkeit kennzeichnet. Er ist für beide Stufen zusammengenommen definiert durch die Gleichung

$$\eta_i = \frac{K}{K_{th}}$$

Dabei bedeutet

$$K = \frac{Q_{01} + Q_{02}}{N_{i1} + N_{i2}}$$

die spezifische Kälteleistung der untersuchten zweistufigen Anlage bei den gegebenen Bedingungen (T, T_{01}, T_{02}, T_u). Die unter den gleichen Bedingungen theoretisch mögliche spezifische Kälteleistung K_{th} kann entweder auf den Carnot-Prozeß (III 2 a) oder auf den praktischen Vergleichsprozeß (III 2 b) bezogen werden.

Daneben kann der indizierte Wirkungsgrad auch für jede Stufe einzeln berechnet werden. Es wird für die Niederdruckstufe

$$\eta_{i2} = \lambda_2 \cdot \frac{p_{i2\,th}}{p_{i2}}$$

worin p_{i_2} den wirklichen mittleren indizierten Druck im Indikatordiagramm bedeutet und $p_{i_2 th}$ den gleichen Wert bei adiabatischer Verdichtung in der verlustlosen Vergleichsmaschine zwischen den Drücken p_{02} und p_{01}.

Für die Hochdruckstufe ist analog

$$\eta_1 = \lambda_1 \frac{p_{1\,th}}{p_1}$$

V. Messung der Kälteleistung.

a) In allen Fällen:

Durch Messung der umlaufenden Menge des Kälteträgers im Beharrungszustand. Dieses Verfahren liefert die Brutto-Kälteleistung (inneres Verhalten). Eine Kontrolle bietet die Wärmebilanz (vgl. V d α.)

b) Bei Solekühlung:

α) Durch Messung der umlaufenden Solemenge im Beharrungszustand.

β) Durch Messung der für die Vernichtung der Kälteleistung in der Sole notwendigen Heizwärme (Dampf, Warmwasser, Heizgase, Elektrizität) im Beharrungszustand.

γ) Durch den Abkühlungsversuch in der Sole, der jedoch nur dann angewendet werden soll, wenn die Methoden α) oder β) nicht durchführbar sind.

δ) Durch eine Kombination der Methoden α) oder β) mit γ) im sogenannten Betriebsversuch, sowie zur Verlangsamung eines Abkühlungsversuches nach γ) bei kleinem Soleinhalt im Verdampfer.

Diese Methoden liefern die Netto-Kälteleistung (äußeres Verhalten). Eine Kontrolle bietet die Wärmebilanz (vgl. V d α).

c) Bei Eiserzeugern:

Durch den Eisleistungsversuch im Beharrungszustand (Netto-Kälteleistung). Eine Kontrolle bietet die Wärmebilanz (vgl. V d α).

d) Bei direkter Verdampfung und einem Kondensator ohne Wasserverdunstung:

α) Aus der Wärmebilanz $Q_0 = Q - 632\ N_i$ durch Messung der im Kondensator stündlich abgeführten Wärme Q (Erwärmung des Kühlwassers und Wärmeaustausch mit der Luft) und der indizierten Kompressorleistung N_i in PS. Hat der Kompressor einen wassergekühlten Zylindermantel, so ist die hier abgeführte Wärme zur Kondensatorleistung hinzuzufügen. Bei zweistufigen Maschinen mit Zwischenkühlung durch Kühlwasser ist die im Zwischenkühler abgeführte Wärme ebenfalls zur Kondensatorleistung hinzuzufügen.

Diese Methode liefert die Brutto-Kälteleistung.

β) Bei Anlagen mit künstlichem Luftumlauf und Luftkühler:

Aus dem Luftzirkulationsversuch im Beharrungszustand durch Messung der Luftabkühlung und Lufttrocknung (Netto-Kälteleistung.)

e) Bei direkter Verdampfung und Kondensator mit Verdunstung oder Luftkühlung:

α) Bei Anlagen mit künstlichem Luftumlauf nach der Methode V d β.

β) Bei stiller Kühlung durch gleichzeitige Heizung des gekühlten Raumes und Messung der Heizwärme (Dampf, Warmwasser, Heizgase, Elektrizität) im Beharrungszustand. (Netto-Kälteleistung).

In diesem Falle erscheint die Methode a) besonders angebracht.

VI. Durchführung der Leistungsversuche.

a) Es steht dem Lieferer frei, Vorversuche zu machen, die Anlage für die Hauptversuche (Abnahmeversuche) vorzubereiten und bei den Hauptversuchen zu bedienen.

b) Mit der Ausführung der Versuche sind nur solche Personen zu betrauen, die die erforderliche Sachkenntnis und Uebung besitzen.

c) Die Kompressoren müssen mit Indikatorstutzen versehen sein. Abweichungen hiervon sind nur bei den kleinen Typen (mit Leistungen bis 10000 Normalkalorien (A II) pro Stunde in jedem Zylinder) zulässig.

d) Im Versuchsbericht sind anzugeben:

Die Hauptabmessungen des Kompressors und zwar Zylinderdurchmesser, Kolbenstangendurchmesser und Hub (Stichmasse),
die Drehzahl des Kompressors,
ob einfachwirkend oder doppelwirkend,
die Größe des schädlichen Raumes,
die Größe der Kühlflächen der Wärmeaustauschapparate mit deutlicher Angabe, ob die innere, äußere oder mittlere Kühlfläche gemeint ist. Es ist ferner anzugeben, welcher Teil der Kühlfläche wirksam auftritt, d. h. von der Sole, vom Kühlwasser oder von der Luft wirklich bespült wird.

e) Die Angaben der Kaltdampfmanometer sind im Versuchsprotokoll in Graden der Temperaturskala anzugeben. Außerdem ist der Barometerstand zu notieren. Bei kurzen Schwingungen des Zeigers am Manometer ist für die Ablesung nicht der mittlere Ausschlag, sondern die zeitweilige Ruhelage maßgebend. Die Manometer sind möglichst nahe vor

und hinter dem Kompressor anzuschließen. Die statische Flüssigkeitssäule in den Manometerleitungen muß berücksichtigt werden. Eine Eichung der Manometer kann vom Versuchsleiter verlangt werden.

f) Bei jedem Leistungsversuch müssen folgende Temperaturen gemessen werden:

α) im Kälteträger

im Saugstutzen unmittelbar vor dem Kompressor auf $0{,}5^0$ genau,
im Druckstutzen unmittelbar hinter dem Kompressor auf 1^0 genau,
in der Flüssigkeitsleitung vor dem Drosselventil auf $0{,}5^0$ genau,

β) in der Sole bzw. in der kalten Luft

unmittelbar vor dem Eintritt und nach dem Austritt am Verdampfer bzw. Luftkühler auf $0{,}1^0$ genau

γ) im Kühlwasser

unmittelbar vor dem Eintritt und nach dem Austritt in jeden Wärmeaustauschapparat (Kondensator, Nachkühler, Zwischenkühler, Kühlmantel des Kompressors) auf $0{,}1^0$ genau.

Um die Messung zu ermöglichen, sind an den betreffenden Stellen Thermometerstutzen vorzusehen.

VII. Garantien.

a) Die Garantien sind so abzufassen, daß ihre Prüfung unter den darin vorausgesetzten Bedingungen möglich ist.

b) Gegenstand der Garantie bei einer Kältemaschinenanlage kann sein:

1) Die gesamte Kälteleistung Q_0 in kcal/h entweder bei t_0, t und t_u (inneres Verhalten, Brutto-Kälteleistung) oder bei t, t_{we} und t_{wa}[1]) (äußeres Verhalten, Netto-Kälteleistung).

   Garantien, die sich auf Temperaturintervalle beziehen, z. B. auf Soletemperaturen von t_{s1} bis t_{s2}, sind grundsätzlich zu vermeiden.

   Aus Q_0 ergibt sich der garantierte Lieferungsgrad λ.

2) Bei Raumkühlung:

   Die Erreichung und Erhaltung bestimmter Lufttemperaturen und, wenn erforderlich, auch bestimmter Luftfeuchtigkeiten bei vorgeschriebener Isolierung und bestimmten Beschickungsverhältnissen.

3) Bei Eiserzeugung:

   Die Eisleistung in der garantierten Betriebszeit bezw. in 24 h und die Eisbeschaffenheit (Trübeis, Klareis, Kristalleis).[2])

4) Bei mehreren Solekühlern oder Luftkühlern bezw. bei mehreren Verdampferstufen:

   Die Kälteleistung jedes einzelnen Apparats bezw. jeder einzelnen Stufe.

5) Der indizierte Leistungsbedarf N_i des Kompressors in PS oder kW entweder bei t_0 und t oder bei t_s und t_{wa}. Statt t_{wa} kann man auch t_{we} und G_w festlegen. Aus 1) und 5) berechnet sich die spezifische Kälteleistung in kcal pro PSh oder kWh.

   Daraus ergibt sich der garantierte indizierte Wirkungsgrad η_i.

6) Der gesamte Leistungsbedarf der Kühlanlage mit allen Apparaten (Pumpen, Ventilatoren, Rührwerken usw.) in PS oder kW.

7) Die Leistungen (Fördermengen) der einzelnen Apparate (Pumpen, Ventilatoren).

c) Alle Garantien gelten, wenn nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben oder vereinbart ist, mit einer Toleranz von $5^0/_0$, die den Versuchsfehlern Rechnung trägt. Der Versuchsleiter muß sich in jedem Fall über den Genauigkeitsgrad im klaren sein. Bei zusammengesetzten Werten, z. B. der spezifischen Kälteleistung in kcal pro kWh, darf von der Toleranz nur einmal Gebrauch gemacht werden.

d) Für Leistungsmessungen an Antriebsmaschinen, Dampfkesseln, Pumpen und Ventilatoren gelten die vom Verein deutscher Ingenieure und vom Verein Deutscher Maschinenbauanstalten aufgestellten Regeln (Normen).

e) Die Garantien für die Wirtschaftlichkeit des Lieferungsumfanges gelten unter Ausschluß von Zwischenwerten als erfüllt, wenn der zugehörige wirtschaftliche Gesamtwirkungsgrad der Anlage (z. B. Kälteleistung in kcal pro kg verfeuerter Kohle) erreicht wird. Einzelgarantien von selbständigem wirtschaftlichem Wert (wie z. B. die Kälteleistung in kcal h für die gesamte Anlage oder für einen einzelnen Luftkühler, die Fördermenge einer Pumpe oder eines Ventilators) müssen immer erfüllt werden.

VIII. Umrechnung der gemessenen Werte auf Garantiebedingungen.

a) Die Kälteleistung Q_0 und der Leistungsverbrauch N sollen möglichst unter den in der Garantie vorausgesetzten Temperaturbedingungen gemessen werden (vgl. VIIa). Ist das nicht möglich, so ist die Umrechnung der gemessenen Werte von Q_0 und N von den Versuchsbedingungen (t_0', t', t_s', t_w') auf die Garantiebedingungen (t_0, t, t_s, t_w) nur in engen Grenzen im Verhältnis der zugehörigen Werte des Vergleichprozesses (III.) zulässig, weil sich die Werte von λ und η_i (IV.) mit den äußeren Bedingungen stark verändern. Eine solche Umrechnung ist nur zulässig, wenn die genannten Temperaturen und die Temperaturdifferenzen $(t'-t'_0)$ bzw. $(t'_{w1}-t'_{w2})$ beim Versuch von den in der Garantie angenommenen Werten um nicht mehr als $\pm 2^0$ abweichen. Nur die Temperatur vor dem Regulierventil t und die Kühlwassereintrittstemperatur t_w[1]) dürfen stärkere Abweichungen aufweisen.

b) Zeigt eine der maßgebenden Temperaturen (z. B. t' bzw. t'_{wa} im Kondensator) beim Versuch eine größere Abweichung bis zu $\pm 10^0$ von dem in

[1]) Statt t_{wa} kann auch die stündliche Kühlwassermenge G_w gegeben sein.

[2]) Ueber die Benennungen und Begriffsbestimmungen der verschiedenen Eissorten vgl. Zeitschrift f. d. ges. Kälte-Industrie 1912, S. 219. Es heißt dort: Kristalleis ist ein durchsichtiges, im wesentlichen klares Eis. Klareis ist ein Eis, welches nicht mehr als bis zum dritten Teil trüb sein darf. Trübeis ist ein Eis, welches trübe bzw. undurchsichtig ist.

[1]) Abweichungen in t_{we} lassen sich durch Aenderung der Wassermenge G_w so ausgleichen, daß die vorgeschriebene Abweichung bei t_{wa} nicht überschritten wird.

der Garantie angenommenen Wert, so muß die zweite maßgebende Temperatur (t_0' bzw. t'_{sa} im Verdampfer) beim Versuch so gewählt werden, daß die Temperaturdifferenz $t'-t'_0$ bzw. $t'_{wa}-t'_{sa}$ (oder das Temperaturverhältnis $\frac{T'}{T'_0}$ bzw. $\frac{T'_{w2}}{T'_{sa}}$) mit dem in der Garantie angenommenen Wert praktisch übereinstimmt. Der Versuch dient dann lediglich zur Bestimmung des Lieferungsgrads λ und des indizierten Wirkungsgrades η_i, die bei dieser Wahl der Temperaturen erfahrungsgemäß[1]) die gleichen Werte haben wie bei den Garantiebedingungen. Aus λ und η_i berechnet sich dann die tatsächliche Kälteleistung und der Leistungsverbrauch bei Garantiebedingungen unter Zuhilfenahme der entsprechenden theoretischen Werte (Tabellen 5 bis 12 im Anhang).

c) Lassen sich keine mit den Garantiebedingungen äquivalenten Versuchsbedingungen (VIIIb) erreichen, und bleiben infolgedessen einseitige Abweichungen bestehen, dann müssen mehrere Leistungsversuche bei möglichst verschiedenen Werten von t' und t'_0 bzw. t'_{wa} und t'_{sa} durchgeführt und die Leistung bei Garantiebedingungen auf graphischem Wege durch Interpolation oder Extrapolation gefunden werden.

Ueber die Kompressibilität von Gasen, insbesondere bei tiefen Temperaturen.[2])

Von Dr. J. Otto.

Allgemeiner Ueberblick.

Eine anschauliche Darstellung des Verhaltens der Gase in Abhängigkeit von den Zustandsgrößen Druck, Volumen und Temperatur verschafft man sich durch ein räumliches Zustandsdiagramm, in dem der Druck p, das Volumen v und die absolute Temperatur T die Raumkoordinaten sind. (Abb. 1). Zur pv-Ebene parallele Flächen schneiden die gewölbte Zustandsfläche in Linien gleicher Temperatur, Isothermen (xx), während zur vT-Ebene parallele Flächen Linien gleichen Druckes, Isobaren (yy), ergeben. Die Schnittlinien der Zustandsfläche mit den zur pT-Ebene parallelen Flächen sind der Uebersichtlichkeit halber in dem Diagramm nicht besonders hervorgehoben. Diese Linien gleichen Volumens bezeichnet man als Isochoren, Isopyknen oder isometrische Linien. Aus dem Verlauf der Kurven lassen sich ohne weiteres andere wichtige Zustandsgrößen ableiten. So ist der Differentialquotient der Isobaren, dividiert durch ein festzusetzendes Normalvolumen, der thermische Ausdehnungskoeffizient

$$\alpha = \frac{1}{v_N}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p,$$

der Differentialquotient der Isochoren, dividiert durch einen Normaldruck, der Spannungskoeffizient

$$\beta = \frac{1}{p_N}\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v$$

und der negative Differentialquotient der Isothermen, dividiert durch das zugehörige Volumen, die Kompressibilität

$$K = -\frac{1}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_T.$$

Die stetig verlaufenden Isothermen und Isochoren erleiden längs einer parabelförmigen Kurve IKL, die eine anders geartete Fläche umschließt, einen scharfen Knick. Auf dieser Fläche, die zur v-Achse parallel liegt, laufen dementsprechend auch Isothermen und Isobaren zur v-Achse parallel, d. h. Kompressibilität

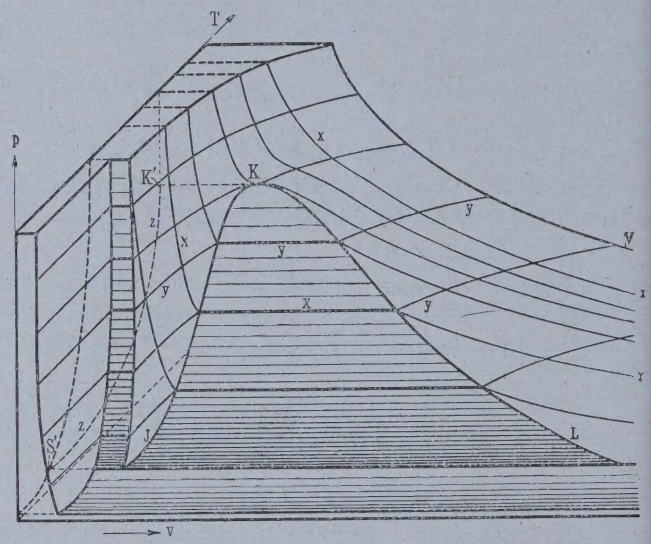


Abb. 1. Räumliches p-v-T-Zustandsdiagramm.

und Ausdehnungskoeffizient sind auf ihr unendlich groß. Diese Fläche, auf der sich die Substanz im teilweise flüssigen, teilweise gasförmigen Zustand befindet, scheidet für die vorliegende Betrachtung aus. Wir erkennen aus dem Diagramm, daß ein hervorragender Punkt der höchste Punkt K der Kurve IKL ist, in dem an der Grenzkurve der homogenen und heterogenen Phase die Kompressibilität einmal unendlich groß wird. Dieser hervorragende Punkt wird als kritischer Punkt bezeichnet und ist seiner besonderen Eigenschaften wegen bei theoretischen Betrachtungen oft als charakteristische Größe einer Substanz herangezogen worden.

Zur einfacheren und übersichtlicheren Betrachtungsweise wollen wir uns nunmehr auf ein zweidimensionales Diagramm beschränken und wählen das pv-p-Diagramm, das einen unmittelbaren Vergleich des Verhaltens der wirklichen Gase mit dem Boyle-Mariotteschen Gesetz gestattet, nach welchem für ein ideales Gas die Gleichung

$$pv = RT \text{ oder auch}$$

für den Verlauf einer Isotherme

$$(pv)_T = \text{const}$$

gilt. Die erste Darstellung dieser Art stammt von Amagat, der uns auf Grund seiner umfassenden und recht genauen Messungen an Kohlendioxyd ein genaues Bild über das allgemeine Verhalten der Gase vermitteln konnte. Die Isothermen aller Gase lassen sich durch ähnliche Kurvenscharen darstellen. (Abb. 2). Aus dem Diagramm erkennt man, daß sich die Gase bei relativ tiefen Temperaturen zunächst mehr komprimieren lassen, als dem Boyle-Mariotteschen Gesetze entsprechen würde. Die Kurven erreichen ein Minimum ung steigen danach langsam an. Die Minima liegen auf einer parabelförmigen Kurve, die die Ordinaten-

[1]) Vgl. R. Plank, Zeitschr. f. d. ges. Kälte-Industrie 1920, S. 111, und M. Hirsch, daselbst 1921, S. 8.

[2]) Vorgetragen auf der ordentlichen Hauptversammlung des Deutschen Kältevereins in Danzig am 22. Juni 1928.

achse p=0 bei einer Temperatur schneidet, die in der Figur oberhalb des dargestellten Temperaturbereiches liegt. Die Temperatur dieser Isotherme, die also bei kleinen Drucken streng dem Boyle-Mariotteschen Gesetz gehorcht, nennt man Boyle-Temperatur. Dort ist demnach:

$$\varkappa = \left(\frac{d\,(pv)}{d\,p}\right)_{p=0} = 0.$$

In dieser Darstellungsweise wird auch die Größe $\varkappa$ als Kompressibilität bezeichnet; man versteht also darunter die Neigung der Isotherme $pv = f(p)$ gegen die p-Achse. Bei höheren Temperaturen wird die

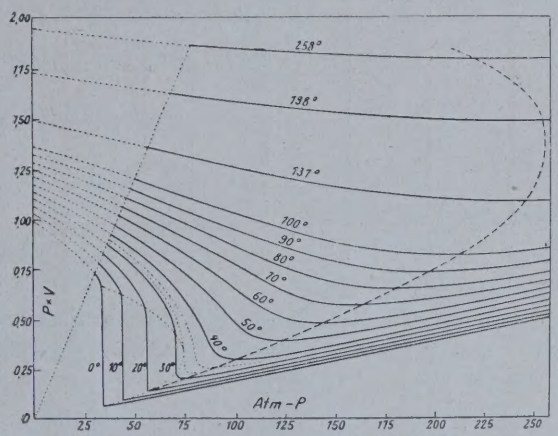


Abb. 2. pv-p-Diagramm der Kohlensäure nach Amagat.

Neigung der Isothermen beim Druck p=0 positiv, d. h. die Gase lassen sich weniger komprimieren, als dem Boyle-Mariotteschen Gesetz entspricht.

Experimentelle Anordnungen.

Es mögen hier einige Bemerkungen über die experimentellen Methoden eingefügt werden. Da uns hier nur solche Verfahren interessieren, die auch bei tiefen Temperaturen brauchbar sind, fallen Anordnungen, wie sie z. B. von Amagat, Smith und Taylor angewendet wurden, fort, und es bleiben zwei Methoden übrig, deren erste im Leidener Kälte-Laboratorium von Kamerlingh Onnes und seinen Mitarbeitern ausgebildet wurde, während die zweite in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt von Holborn und seinen Mitarbeitern benutzt worden ist.

Die Leidener Anordnung ist eine Abänderung der Amagatschen Methode, bei der eine bestimmte Gasmenge, deren Normalvolumen vorher zu bestimmen ist, zusammengepreßt wird. Da man Quecksilber, das bei —39° fest wird, als Kompressionsflüssigkeit benutzt, muß ein großer Teil des Gasraums eine höhere Temperatur als das eigentliche Piezometergefäß haben. Diese dort befindliche Gasmenge, die bei der Auswertung der Messungen auf die tieferen Temperaturen umgerechnet werden muß, ändert sich während einer Meßreihe dauernd, da bei fortschreitender Druckerhöhung Gas ins Piezometergefäß hinübergeht und der schädliche Raum kleiner wird. Dadurch wird eine gewisse Unsicherheit in die Messungen hineingetragen; die einzelnen Versuchswerte sind nicht gleich zu bewerten, da etwaige Fehler der Volumenmessung des Piezometers bei höheren Drucken mit größerem Gewicht eingehen. Da außerdem der schädliche Raum nicht zu groß gewählt werden darf, kann jedesmal nur ein beschränkter Druckbereich durchgemessen werden. Wird z. B. mit einer bestimmten Gasfüllung des Heliums die 100°-Isotherme von 43 bis 67 Atm. gemessen, so kann man mit derselben Füllung bei 0° nur noch den Druckbereich von 26 bis 50 Atm., bei —103° von 20 bis 33 Atm. und bei —216° von 9 bis 11 Atm. fassen.

Frei von diesen Nachteilen ist die in Charlottenburg angewendete Methode. Dort wird mit dem gleichen Hochdruckvolumen gearbeitet, dessen Größe bei den verschiedenen Temperaturen passend gewählt wird und für jeden Druckwert einer Isotherme gleich bleibt. Durch Vergleichsmessungen wurde festgestellt, daß Druckgefäße aus Metall dieselben Werte ergaben wie die sonst gebräuchlichen Glaspiezometer, wodurch eine bedeutende Vereinfachung und größere Sicherheit erreicht wurde. Durch Entspannen des Gases in passend gewählte Glaskolben bekannten Inhalts wird nachträglich das Gasvolumen unter normalen Bedingungen, d. h. bei 0° und 760 mm Hg-Druck bestimmt. Im Gegensatz zur Leidener Methode ist diese Anordnung zeitraubender, da bei jedem Versuch nur ein pv-Wert gewonnen wird, während, wie schon erwähnt, bei der Leidener Methode die Isotherme eines bestimmten Druckbereichs gemessen werden kann. Dafür hat man jedoch den Vorteil, daß man jeden beliebigen Druck bis 200 Atm. einstellen kann, während bei der Leidener Methode für andere außerhalb eines bestimmten sehr beschränk en Druckbereichs liegende Druckwerte kleinere oder größere Piezometergefäße neu angesetzt werden müssen, je nachdem man bei höheren oder niederen Drucken messen will.

Ergebnisse.

Bevor wir zu einigen theoretischen Bemerkungen übergehen, seien einige Ergebnisse mitgeteilt, die auf Grund der Messungen in der PTR erzielt wurden. Es wurden bisher nur solche Gase untersucht, die ihren gasförmigen Zustand bei relativ tiefen Te peraturen beibehalten und daher im Hinblick auf die Gasthermometrie von Wichtigkeit sind, da sich aus dem Verlauf der Isothermen bei kleinen Drucken die Korrektionen für die Temperaturen des betreffenden Gasthermometers berechnen lassen. So wurden vor allem Helium, Wasserstoff, Neon, Stickstoff und Argon untersucht und zwar von einer Temperatur ab, die einige Grad über der kritischen Temperatur lag, bis hinauf zu 400°. Bei Wasserstoff waren einwandfreie Messungen über 200° mit dem aus gezogenem Atlasstahl hergestellten Druckgefäß nicht mehr möglich, da das Gas anscheinend in innere kapillare Räume eindrang, aus denen es nach dem Entspannen nur sehr langsam wieder austrat. Die Messungen wurden meistens bis 100 Atm. durchgeführt, bei 0° und 100° bis 200 Atm. ausgedehnt, um den Verlauf dieser für die Gasthermometrie besonders wichtigen Isotherm n genauer festzul gen. Zur rechnerischen Darstellung der Beobachtungen wurde eine Gleichung der Form:

$$pv = A + Bp + Cp^2 + Dp^4 + Ep^6$$

gewählt. Bei Helium verlaufen die Isothermen von 0° aufwärts streng linear. Es genügt demnach in diesem Gebiet schon die einfache Formel

$$pv = A + Bp.$$

Für A kann man dem idealen Gasgesetz entsprechend RT setzen, wobei R bei den betrachteten Gasen und der gewählten Einheit pv = 1 bei 0^0 und einer Atm. Druck nur wenig von 0,00366 verschieden ist,

Zahlentafel I.

$\left(\frac{d\,pv}{dp}\right)_{p=0} \cdot 10^5 = a + bT + \frac{c}{T} + \frac{e}{T^3}$, bezogen auf die Druckeinheit von 1 m Hg.

Gas	a	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^{-3}$	$e \cdot 10^{-6}$
He	84,78	—35,4	— 1,525	— 0,210
H_2	166,66	—81,4	— 16,977	— 2,24
Ne	114,11	—20,0	— 12,781	— 11,15
N_2	357,46	—93,6	—104,484	—242,53
Ar	251,00	—24,0	— 97,200	—345,60

B ist die Anfangsneigung der Isothermen, also

$$B = \left(\frac{d\,(pv)}{dp}\right)_{p=0}$$

Sie ließ sich am besten durch die Gleichung

$$B \cdot 10^5 = \left(\frac{d\,(pv)}{dp}\right)_{p=0} \cdot 10^5 = a + bT + \frac{c}{T} + \frac{e}{T^3}$$

darstellen. Die Abweichungen der nach dieser Formel berechneten B-Werte von den sich aus den empirischen Zustandsgleichungen ergebenden B-Werten liegen innerhalb der Fehlergrenze. Der Verlauf der B-Kurven ist in der Abb. 3 dargestellt. Man erkennt die auffallende Tatsache, daß die B-Kurve des Heliums bei -64^0 ein Maximum besitzt, nach deren Erreichung sie langsam fällt. Bei Wasserstoff liegt das Maximum bei ungefähr 200^0, während es beim Neon bei ungefähr 500^0 zu erwarten ist. Doch sind zur Bestätigung dieser Werte noch weitere Messungen notwendig. Um sich über die Lage der charakteristischen Punkte eine bessere Vorstellung machen zu können, ist in der folgenden Darstellung als Abzisse die reduzierte Temperatur T/T_K gewählt, während B als Ordinate beibehalten wurde. (Abb. 4). Es ergibt sich folgendes:

Zahlentafel II.

	He	H_2	Ne	N_2	Ar	O_2	Luft
T_K	5,3	33,2	44,5	126,1	150,8	154 4	132,5
T_B[1]	23	109	121	326	412	423	347
$\frac{T_B}{T_K}$	4,34	3 28	2,72	2,59	2,73	2,74	2,62
T_{max}[2]	209	457	801?	060?	1212?		
$\frac{T_{max}}{T_B}$	39	14	18?	8,4?	8,0?		

[1] T_B = Boyletemperatur.

[2] T_{max} = Temp ratur, bei der die B-Kurve ihr Maximum erreicht (bei N_2 und Ar durch + (Abb. 4) gekennzeichnet).

Die ausgezogenen Kurven gehen durch experimentell bestimmte Punkte, während die punktierten Linien nach den Formeln extrapoliert wurden.

Man ersieht aus der Zusammenstellung, daß bei den betrachteten Gasen weder die kritische noch die Boyletemperatur als korrespondierende Temperatur in Frage kommt.

Im Zusammenhang mit dem Befund über das Maximum der Neigung, wie es für Helium einwandfrei festgestellt wurde, und für die anderen Gase sehr wahrscheinlich ist, sei noch auf die letzten Messungen

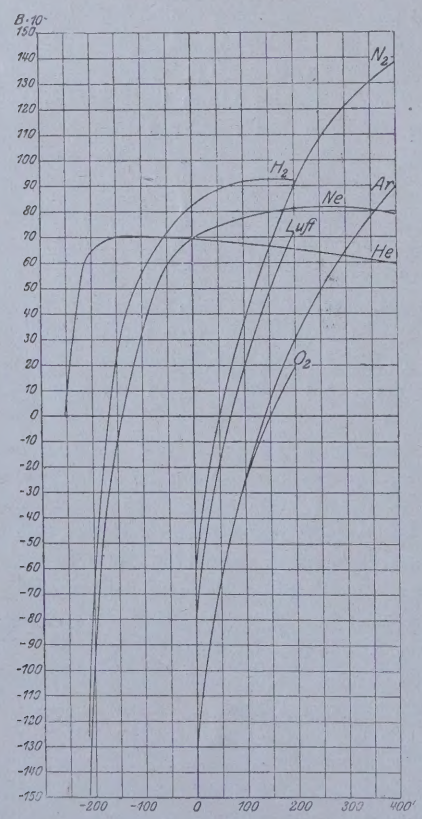


Abb 3. Isothermenneigung der Gase als Funktion von t bezogen auf die Druckeinheit 1 m Hg.

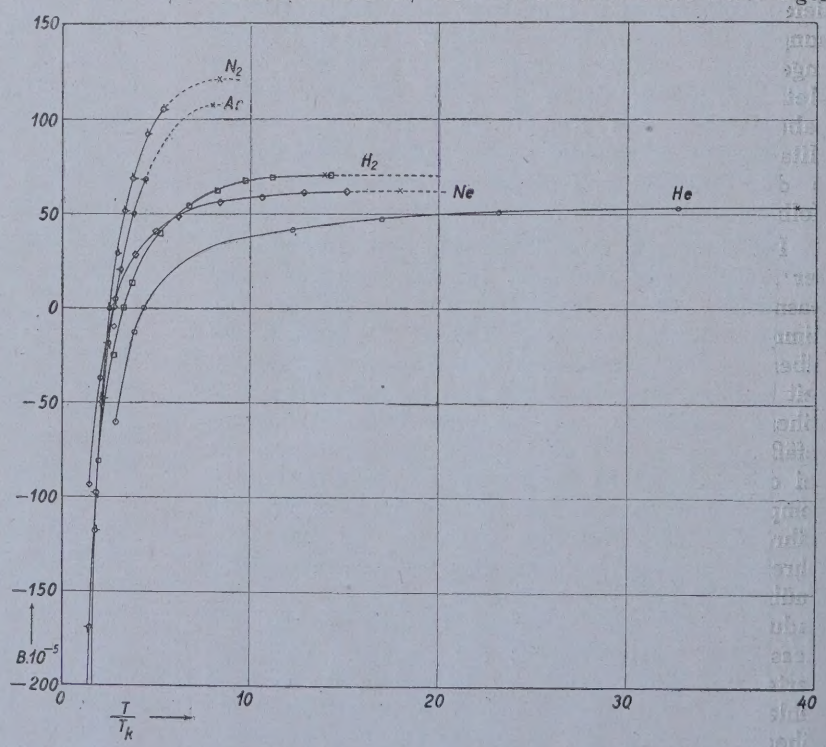


Abb. 4. Isothermenneigung der Gase als Funktion der reduzierten Temperatur T/T_K, bezogen auf die Druckeinheit 1 Atm.

von Bartlett[1]) hingewiesen, die an Wasserstoff und Stickstoff bei Drucken bis zu 1000 Atm. und zwischen 0 und 400° durchgeführt wurden. Im folgenden Diagramm (Abb 5) sind sie für Stickstoff dargestellt und zwar so, daß als Ordinate $\frac{pv}{(p_1v_1)_t}$ gewählt wurde, wo $(p_1v_1)_t$ der pv-Wert bei 1 Atm. und der Tempe-

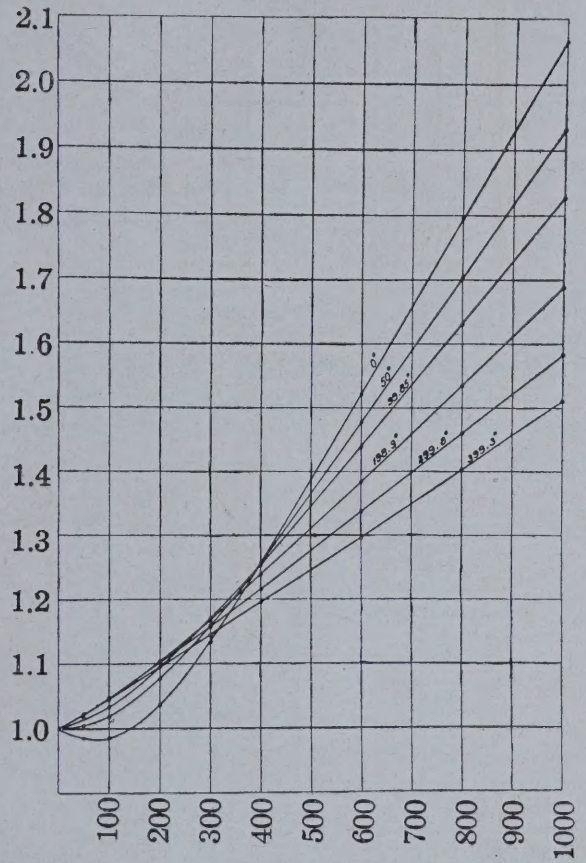


Abb. 5. N_2-Isothermen nach Bartlett
(pv, $(p_1v_1)_t$ - Atm.-Diagramm).

ratur T ist, sodaß alle Isothermen bei einer Atm. Druck durch 1 hindurchgehen. Man erkennt, daß sich die Isothermen bei höheren Drucken schneiden. Bei 1000 Atm. nähern sich die pv-Werte ungefähr der absoluten Temperatur proportional dem Anfangswerte 1. Nehmen wir an, daß sich auch die Neigung der Isothermen bei höheren Temperaturen dem Werte 0 nähert, so ist große Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß sich die wirklichen Gase bei extrem hohen Temperaturen wie ein ideales Gas verhalten.

Theoretische Betrac tungen.

Der erste fruchtbare Versuch, das vom idealen Gasgesetz abweichende Verhalten der Gase theoretisch zu deuten, stammt von van der Waals, der in seiner Zustandsgleichung zwei Momente berücksichtigte, die Kohäsion der Moleküle und ihr Eigenvolumen. Die Anziehung der Moleküle verursacht auf die Grenzschicht der abgeschlossenen Gasmenge einen Oberflächendruck, der dem Quadrat der Dichte des Gases proportional gesetzt wurde. Das Eigenvolumen äußert sich in einer Verkleinerung des der Molekülbewegung zur Verfügung stehenden Raumes. Das Endergebnis dieser Ueberlegungen ist in der Formel

$$(p + a/v^2)\ (v - p) = RT$$

zusammengefaßt.

Im Gebiete tiefer Temperaturen und kleiner Dru ke stimmt das durch diese Formel dargestellte Verhalten der Gase gut mit dem experimentellen Befund überein. Im Gebiet hoher Temperaturen und bei höheren Drucken versagt die Formel. Man hat daher vielfach versucht, a und b sowohl als Temperatur — als auch als Volumenfunktionen darzustellen. Von der großen Zahl der Zustandsgleichungen seien hier nur zwei der bekanntesten herausgegriffen, nämlich die Berthelotsche

$$\left(p + \frac{a}{Tv^2}\right)\ (v - p) = RT$$

und eine der von Dieterici abgeleiteten

$$p\ (v - b) = RTe^{\frac{a}{RTv}}.$$

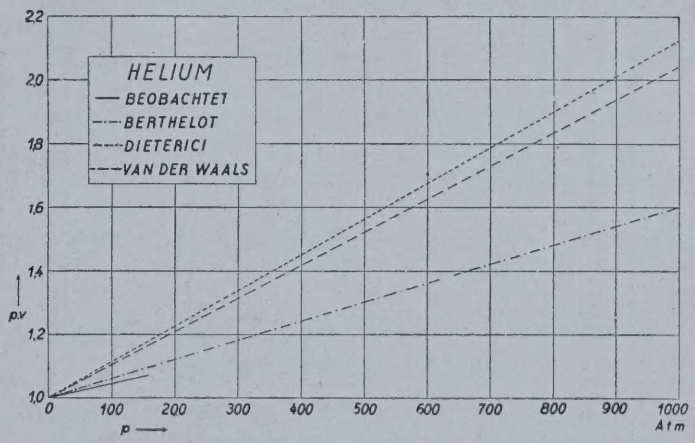


Abb. 6. 0°-Isotherme des Heliums.

Die Abweichungen der experimentell gefundenen pv-Werte von den nach den genannten Gleichungen berechneten Werten sind für die 0°-Isothermen aus den folgenden Diagrammen ersichtlich. (Abb. 6—10).

Es ergibt sich folgendes Bild: (Die Koeffizienten der Formeln wurden mittels der kritischen Größen berechnet).

Zahlentafel III.

Nach van der Waals: $a = \frac{27\,T_K^2}{(273{,}1)^2 \cdot 64\,p_K}$; $b = \frac{T_K}{273{,}1 \cdot 8\,p_K}$

Nach Berthelot: $a = \frac{0{,}000005656\,T_K^3}{p_K}$;

$$b = \frac{0{,}0002575\,T_K}{p_K}$$

Nach Dieterici: $a = 4b\,T_K^{1{,}27}$; $b = \frac{T_K}{273{,}1\,p_K e^2}$

Gas	Gültigkeit der Formel	$p_0 v_\infty - RT = 1$		Formel
		a	b	
Helium	Im ganzen Druckber	0,00035	0,00058	Berthelot
Wasserst.	„	0,0162	0,00 668	„
Neon	„	0,000414	0,000756	v. d Waals
Stickstoff	0—200 Atm	0,3377	0,000969	Berthelot
	200— 600 „	0,002677	0,00 1720	v d Waals
	600—1000 „	3,467	0,001865	Dieterici
Argon	0— 200 „	0,406	0,000810	Berthelot

Aehnlich ist es bei anderen Temperaturen.

[1]) E. B. Bartlett, H. L. Cupples und T. H. Tremearne. Journ. Chem. Soc. **50**, 1275, 1928.

Da alle Modifikationen der ursprünglichen van der Waalsschen Gleichung und alle später mehr oder weniger empirisch entwickelten Zustandsgleichungen die experimentellen Ergebnisse nicht befriedigend wiedergaben, versuchte K. Onnes 1907 eine verall-

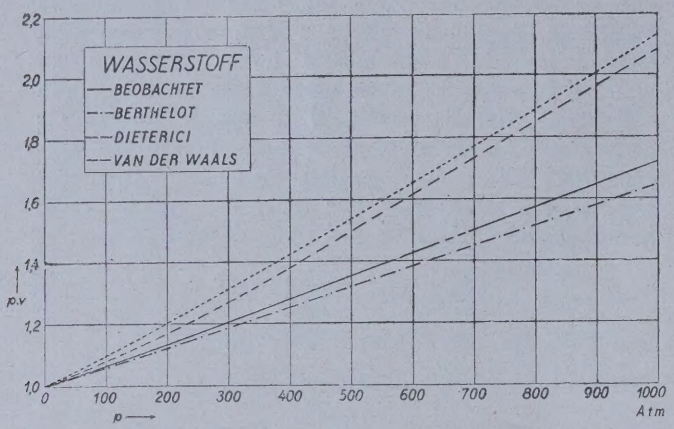


Abb. 7. 0°-Isotherme des Wasserstoffes.

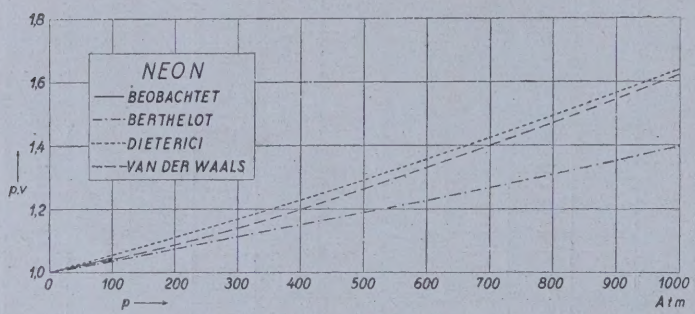


Abb 8. 0°-Isotherme des Neons.

gemeinerte empirische Zustandsgleichung abzuleiten, die auf Grund der damals vorhandenen Daten berechnet wurde. Sie hat folgende Form:

$$\lambda\, p\upsilon = \mathfrak{A} + \frac{\mathfrak{B}}{\lambda\upsilon} + \frac{\mathfrak{C}}{\lambda^2\upsilon^2} + \frac{\mathfrak{D}}{\lambda^4\upsilon^4} + \frac{\mathfrak{E}}{\lambda^6\upsilon^6} + \frac{\mathfrak{F}}{\lambda^8\upsilon^8} \quad \text{worin}$$

$$p = \frac{p}{p_K},\ \upsilon = \frac{v}{v_K},\ \lambda = \frac{p_K\, v_K}{T_K} \quad \text{und}$$

$\mathfrak{A}, \mathfrak{B}, \ldots$ die reduzierten Virialkoeffizienten sind.

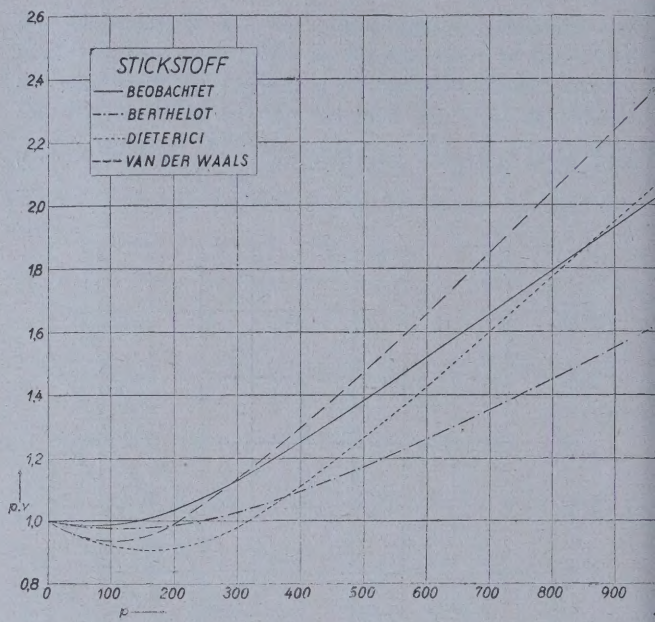


Abb. 9. 0°-Isotherme des Stickstoffs.

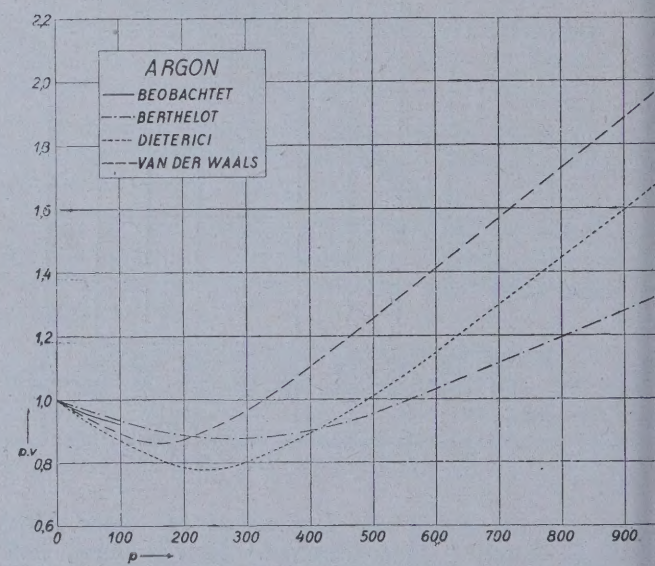


Abb. 10. 0°-Isotherme des Argons.

Zahlentafel IV.

Reduzierte Virialkoeffizienten $\left[t = \frac{T}{T_K}\right]$.

$10^8\,\mathfrak{B} =$	157,9500	$t -$ 305,7713	$-$ 231,8247 $\frac{1}{t^2}$	$-$ 97,5686 $\frac{1}{t^3}$	$-$ 4,2530 $\frac{1}{t^5}$
$10^{11}\,\mathfrak{C} =$	66,5702	$t -$ 66,6723	$+$ 145,2913 $\frac{1}{t^2}$	$+$ 79,0260 $\frac{1}{t^3}$	$+$ 25,0946 $\frac{1}{t^5}$
$10^{18}\,\mathfrak{D} =$	434,680	$t -$ 131,462	$-$ 903,004 $\frac{1}{t^2}$	$+$ 367,7055 $\frac{1}{t^3}$	$-$ 178,5625 $\frac{1}{t^5}$
$10^{25}\,\mathfrak{E} =$	$-$1588,948	$t +$ 5725,652	$-$ 4331,720 $\frac{1}{t^2}$	$+$ 864,610 $\frac{1}{t^3}$	$+$ 40,449 $\frac{1}{t^5}$
$10^{32}\,\mathfrak{F} =$	1685,000	$t -$ 6477,876	$+$ 6019,629 $\frac{1}{t^2}$	$-$ 1512,028 $\frac{1}{t^3}$	$+$ 144,537 $\frac{1}{t^5}$

Diese verallgemeinerte Zustandsformel besitzt demnach 25 Konstanten. An dem Beispiel des Wasserstoffes (Abb. 11) sieht man, daß die Uebereinstimmung zwischen Experiment und Formel recht unbefriedigend ist.

In den letzten Jahren sind mehrere Arbeiten von J. E. Jones[1]) erschienen, die uns vielleicht der Lösung des Problems näherbringen; denn es ist gelungen, die zweiten Virialkoeffizienten so zu berechnen, daß eine gute Uebereinstimmung zwischen Experiment und Theorie erreicht wird. Auch gibt seine Darstellung im Gegensatz zu allen anderen Zustandsgleichungen das Maximum der Neigung so-

[1]) J. E. Jones. Proc. Roy. Soc. (A), London, **106**, 463, 1924; **107**, 157, 1925; **112**, 214, 1926.

wohl beim Helium als auch beim Wasserstoff wieder. Jones macht sich von der inneren Struktur der Atome keine Vorstellung mehr, sondern nimmt nur an, daß sich die Kräfte, die zwischen einzelnen Atomen wirken, durch folgende Formel

$$f(r) = \frac{\lambda_n}{r^n} - \frac{\lambda_m}{r^m}$$

darstellen lassen, in der $\frac{\lambda_n}{r^n}$ die anziehende und $\frac{\lambda_m}{r^m}$ die abstoßende Kraft bedeuten soll. Mit Hilfe dieser Annahme gelangt er für die B-Werte zu der Formel:

$$B = \frac{2}{3}\pi\nu\left(\frac{\lambda_n}{n-1}\,\frac{m-1}{\lambda_m}\right)^{3/n-m} \cdot F(y),$$ worin

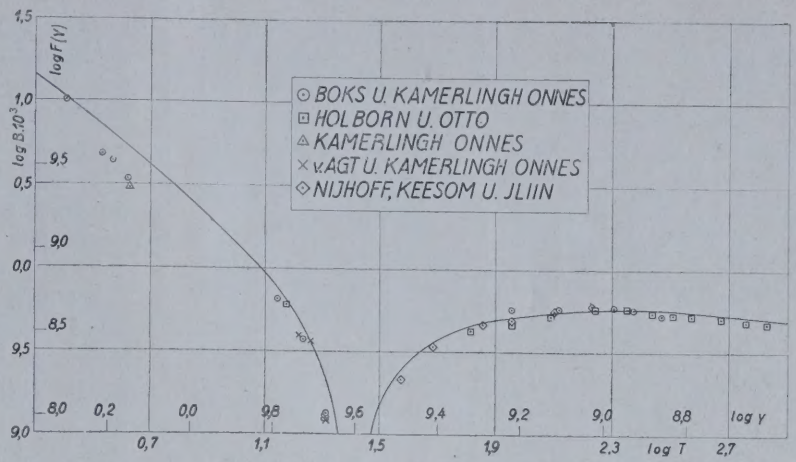


Abb. 12. log B · 10³-Werte des Heliums als Funktion von log T.

ν die Anzahl der Moleküle pro cm³ unter normalen Bedingungen und F(y) eine etwas komplizierte Funktion der Temperatur ist. Durch möglichste Anpassung der Kurve an die experimentell gefundenen B-Werte in einem log T-log B-Diagramm findet man für Helium;

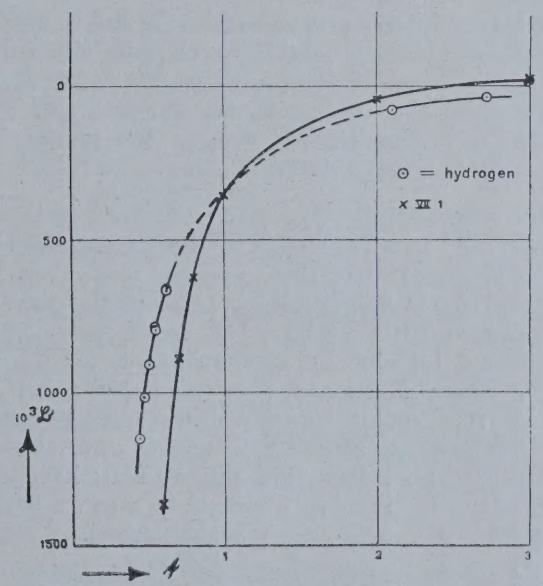


Abb. 11. Der reduzierte Virialkoeffizient des Wasserstoffs $\mathfrak{B} \cdot 10^3$ als Funktion der reduzierten Temperatur T/T_K (⊙ experimentelle Werte, × nach der Formel von Kamerlingh Onnes)

$$f(r) = 2{,}15 \cdot 10^{-115} \cdot r^{-14^1/_3} - 1{,}902 \cdot 10^{-45} \cdot r^{-5};$$

und für Wasserstoff:

$$f(r) = 7{,}38 \cdot 10^{-89} \cdot r^{-11} - 1{,}89 \cdot 10^{-44} \cdot r^{-5}.$$

Das folgende Diagramm (Abb. 12) läßt erkennen, wie gut die Uebereinstimmung zwischen den experimentellen Werten und der ausgezogenen errechneten Kurve ist.

Zusammenfassung.

Zusammenfassend muß festgestellt werden, daß es bisher nicht gelungen ist, eine Zustandsgleichung theoretischen Inhalts abzuleiten, die imstande wäre, das Verhalten der Gase quantitativ mit befriedigender Genauigkeit zu beschreiben. Auch das Gesetz der korrespondierenden Zustände in Verbindung mit Zustandsgleichungen empirischer Art liefert keine befriedigende Genauigkeit. Wir müssen uns daher vorläufig mit rein empirischen Formeln begnügen und halten die in der PTR benutzte Formel, bei der pv als Funktion des gemessenen Druckes p dargestellt wird, für einfacher und zweckentsprechender als z. B. eine Gleichung, in der pv als Funktion der nicht direkt meßbaren Größe 1/v ausgedrückt wird. Ebenso wie der zweite Virialkoeffizient lassen sich natürlich auch die übrigen Virialkoeffizienten durch geeignete Formeln erfassen, sodaß es mit relativ wenigen Konstanten möglich ist, jeden pv-Wert einer beliebigen Isotherme in dem beobachteten Temperatur- und Druckbereich mit großer Genauigkeit zu berechnen. Bei tiefen Temperaturen, bei der teiweise nur Leidener Messungen vorhanden sind, ist das experimentelle Material sicherer zu stellen und vor allem nach höheren Drucken zu erweitern.

Bericht über den Stand der Normung in der Kälteindustrie

erstattet in der Hauptversammlung des Deutschen Kältevereins in Danzig am 23. Juni 1928.

von Dipl.-Ing. Joseph Schindler, Berlin-Tegel

Gestatten Sie mir, Ihnen, ehe ich auf Einzelheiten eingehe, einen kurzen geschichtlichen Ueberblick über das Normungsleben in unserem Vereine zu geben.

Die Arbeitsabteilung II des DKV. hat schon vor dem Jahre 1913 erkannt, daß mit der Normung bei den Flanschen begonnen werden müsse, weil diese nicht nur in glatten Rohren, sondern auch bei Rippenrohren, Armaturen, Formstücken usw. eine Rolle spielen. Unser verstorbenes Mitglied, Herr Constanz Schmitz, welcher der ins Leben gerufenen Flanschenkommission des DKV. angehörte, hat eine Tabelle für Ammoniak- und Schwegligsäureflanschen aufgestellt.

Sein Entwurf ist von der Hauptversammlung des Deutschen Kältevereins, die vom 17. bis 19. April 1913 in Berlin abgehalten wurde, gutgeheißen worden und erschien als Sonderdruck im Verlag R. Oldenbourg, München.

Nach dieser Tabelle haben sich jedoch, wie ich annehmen zu müssen glaube, die meisten Firmen nicht gerichtet, der Krieg kam dazwischen, und erst im Jahre 1921 griff die Arbeitsabteilung II des DKV. die Flanschenfrage wieder auf. Eine Umfrage bei verschiedenen Interessenten hatte den Hinweis auf die HNA-Normen und auf die in Ausarbeitung befindlichen Dinormen zur Folge. Man solle, hieß es, die Fertigstellung der letzteren abwarten und sich daran anlehnen.

Ende 1922 sollte auf Anregung des Normenausschusses der deutschen Industrie ein Fachnormenausschuß für Preßrohrleitungen gegründet werden; man sah aber in der einberufenen Gründungsversammlung am 19. Dezember 1922, bei der der Deutsche Kälteverein durch Herrn Obering. Kaufmann vertreten wurde, davon ab und beschloß, die Preßdruckleitungen für Wasser von 60 bis 600 at und Gas von 40 bis 400 at in einem Unterausschuß des Fachnormenausschusses für Rohrleitungen zu behandeln, der an demselben Tage gegründet wurde.

In der ersten Sitzung dieses Ausschusses im Dezember 1924, an der sich der Kälteverein ebenfalls beteiligen sollte, wurden die Farben zum Anstrich von Rohrleitungen behandelt.

Anfang 1926 tauchte die Frage der Normung der Rippenrohre zum ersten Mal auf. Der diesbezügliche Vortrag im Berliner Kälteverein einschließlich Diskussion ist in unserer Vereins-Zeitschrift im Aprilheft 1926 veröffentlicht. Er gab den Anlaß, daß in einer im März 1926 in Mannheim abgehaltenen Sitzung des Fachnormen-Ausschusses für Rohrleitungen die Bildung einer Gruppe für die Normung von Rippenrohren beschlossen wurde, was auch dem Deutschen Kälteverein mitgeteilt wurde.

Am 2. November 1926 hatte die Gruppe Rippenrohre eine Sitzung, in welcher 3 Untergruppen gebildet wurden:

die Gruppe für Stahl-Rippenrohre, diejenige für gußeiserne Rippenrohre und die wissenschaftliche Gruppe.

Im Februar 1927 wurde dem Deutschen Kälteverein eröffnet, daß dem Fachnormenausschuß für Armaturen eine besondere Gruppe für die Normung der Armaturen in der Kälteindustrie angegliedert werden solle.

Im Mai 1927 habe ich ein Rundschreiben an sämtliche Mitgliederfirmen über den damaligen Stand der Normung in der Kälteindustrie gesandt, habe aber leider nur von 4 Firmen eine Aeußerung erhalten.

Inzwischen haben mehrere Sitzungen einiger der vorhin erwähnten Fachausschüsse stattgefunden, deren Ergebnis im Folgenden gestreift werden.

Bezüglich der Flanschen setze ich voraus, daß wir uns bei Wasser- und Dampfleitungen ohne weiteres nach den bereits für diese Stoffe aufgestellten und vom Normenausschuß genehmigten Dinormblättern richten.

Für Soleleitungen empfehle ich die Verwendung der genormten Flanschen für Wasserleitungen entsprechend den in Frage kommenden Betriebsdrücken.

Die SO_2-Leitungen erhalten mit Rücksicht auf die höheren in der chemischen Industrie vorkommenden Drücke am vorteilhaftesten Walzflanschen mit Ansatz für Nenndruck 16 nach Din 2582. Wer eine Hinterschweißung oder Hinterlötung des Flansches zwecks sicherer Erzielung der Gasdichtigkeit für nötig hält, kann den im Handel erhältlichen Flansch am Ansatz entsprechend andrehen.

Für Ammoniakleitungen wurden wiederholt Walzflanschen mit Ansatz, mit Nut oder Feder für Nenndruck 25 nach Din 2512 empfohlen. Bezüglich der Hinterschweißung gilt das gleiche wie bei den SO_2-Flanschen. Ich halte sie bei sorgfältigem Aufwalzen nicht für nötig.

Die Normung von runden und ovalen Flanschen für Nenndruck 100 ist im Gange. Dieselben können meines Erachtens ohne weiteres für Kohlensäure übernommen werden.

Für die übrigen Kältemittel dürften sich, wenn von den eben angeführten Kategorien sich keine eignen, von den bereits genormten Flanschen sicherlich sinngemäß welche anwenden lassen.

An dieser Stelle möchte ich bemerken, daß von den 4 Firmen, welche sich auf mein vorhin erwähntes Rundschreiben äußerten, 2 für die Annahme der Dinormen waren, eine die DKV-Tabelle 1913 beibehalten wissen wollte, während die vierte an den SO_2-, NH_3- und CO_2-Flanschen kein Interesse hatte, weil bei ihr nur Wasser- und Soleflanschen in Frage kommen. Ich nehme an, daß manche von den übrigen Firmen, die sich nicht geäußert haben, ihre eigenen Flanschentabellen als Norm beibehalten möchten. Dies wäre allerdings nicht wirtschaftlich. Um aber mein Urteil nicht auf Annahmen gründen zu müssen, bitte ich, die ergangenen Umfragen ausführlich zu beantworten.

Ob Ovalflanschen im Kältemaschinenbau praktisch in Fortfall kommen, wie Herr Besag in seinem im Maiheft 1928 unserer Vereinszeitschrift veröffentlichten Vortrage meint, bleibe dahingestellt. Ich glaube, daß man sie für manche Rohrgrößen aus verschiedenen Gründen beibehalten muß.

Für Spezialflanschen, die nur für bestimmte Zwecke und in wenigen Größen vorkommen, aber in großen Mengen gebraucht werden, muß eben ein Spezialblatt für die Kälteindustrie geschaffen werden. Auf diesem Blatt müßte z. B. der Dreilochflansch 130 mm Φ für eine Nennweite 50 mm für Bördelrohre, ferner der ovale Flansch, welcher auf die Enden von Ammoniakrohrschlangen aufgeschraubt oder aufgewalzt zu werden pflegt, und ähnliche untergebracht werden. Ein solches Blatt kann aber vernünftigerweise nur dann entstehen, wenn möglichst viele Firmen ihre Wünsche bekanntgeben.

Es ist den Bemühungen der Kälteingenieure in den Fachgruppensitzungen gelungen, zu erreichen, daß das Flußstahlrohr 30/38, welches in der Kälteindustrie so vielseitig und in so großen Mengen gebraucht wird, vom Fachnormenausschuß für Rohrleitungen in ein Normblatt aufgenommen wird.

Die Fachgruppe für gußeiserne Rippenrohre hat bereits ein Normblatt herausgegeben für wenige gangbare Sorten der Heizungsindustrie. Man glaubte, hierbei wissenschaftliche Untersuchungen über die wirtschaftlichste Rippenform usw. nicht abwarten zu müssen, da die jetzigen Formen sich praktisch bewährt haben und eine Abänderung der Formmaschinen die Industrie zu sehr belasten würde.

Anders soll es sich bei den Stahlrippenrohren verhalten. Ich will hier den Beschlüssen nicht vorgreifen, die in der Sitzung des Fachnormenausschusses für Rohrleitungen, Gruppe Stahlrippenrohre, welche am kommenden Montag, vormittags 9 Uhr, im Senatssaal dieser Hochschule stattfindet, gefaßt werden. Ich bitte die Anwesenden, an dieser Sitzung, wenn es irgend möglich ist, teilzunehmen, damit wir zu einem den Wünschen recht vieler Interessenten entsprechenden Ergebnis kommen.

Endlich muß ich Ihnen auch noch einiges über die Normungsarbeiten auf dem Gebiete der Kältemaschinen-Armaturen sagen.

Es besteht die Tendenz im Armaturenausschuß, besonders bei vielen darin vertretenen Armaturenfabriken, möglichst wenig Ventilgrößen zu bauen. So soll z. B. das Ventil 15 mm l. W. wegfallen, auch 110 mm l W. Dies wäre allerdings für den Armaturenbau wirtschaftlich. Der Kältemaschinenbau ist aber dann gezwungen, dort, wo es garnicht nötig wäre, ein größeres Rohr zu verwenden, was in manchen Fällen auch eine teurere Isolierung zur Folge hätte; oder man müßte die kleinere Leitung mit anormalen Flanschen an das größere Ventil anschließen. Beides wäre unwirtschaftlicher, als wenn man Ventile für jede normale Rohrnennweite führt. Der Armaturenbau kann ja den Bau der Ventile insofern wirtschaftlich gestalten, als er denjenigen Ventilen, die er wegfallen lassen möchte, den gleichen Ventilaufsatz wie dem nächst kleineren oder größeren gibt. Es ist dann nur für Ventilkörper und Kegel ein besonderes Model nötig. Dabei muß aber vom Standpunkte der Wirtschaftlichkeit wieder in Rechnung gezogen werden, ob das Hineinlegen von unnötigem Mehrgewicht in einen Maschinenteil die angestrebte Wirtschaftlichkeit nicht wieder in Frage stellt. Sei dem wie ihm wolle, die Anlagen bauenden Industrien müssen darauf bestehen, daß es zu sämtlichen genormten Rohrnennweiten auch Armaturen gibt.

Ich muß noch darauf aufmerksam machen, daß man der Kälteindustrie zumutet, ohne weiteres die bereits entworfenen Dampfventile zu übernehmen, selbstverständlich mit entsprechenden Ventilkegeln. Dagegen haben die in der Sitzung anwesenden Kälteingenieure Stellung genommen, insbesondere auch wegen der Tiefe der Stopfbüchsen mit Rücksicht auf die flüchtigen Gase. Es wäre sehr erwünscht, wenn die einzelnen Firmen ihre Erfahrungen auf diesem Gebiete dem Normenausschuß zur Verfügung stellen würden.

Zum Schluß möchte ich noch anregen, der Arbeitsabteilung II des DKV. Unterabteilungen anzugliedern, denen die Bearbeitung getrennter Normungsgebiete übertragen wird. Um die Bildung dieser Unterabteilungen müßte sich die Arbeitsabteilung bemühen.

Neue amerikanische Verdampferbauarten.

Das Folgende ist eine auszugsweise Uebersetzung des Vortrages von Thomas Shipley, gehalten am 19. April 1928 vor einer Bezirksversammlung der »Praktischen Kälte-Ingenieure« in Philadelphia, der in »Ice and Refrigeration« Band 75, Juliheft 1928, S. 57 ff. veröffentlicht ist; er bildet die Fortsetzung eines Vortrages vom November 1926, über den auch in dieser Zeitschrift berichtet wurde (Maiheft 1927, Bd. 34, S. 89 f.). Während bis dahin in den USA allgemein bei Sole-Verdampfern eine Wärmeübergangszahl von nur 75 kcal $h \cdot m^2 \cdot {}^0C$ angenommen wurde, war bei den Versuchen mit den neuen Verdampfern eine solche bis zu 900 festgestellt worden, sicherheitshalber wurde jedoch bei Neubauten zunächst nur mit etwa 360 gerechnet. Es wurden eine größere Zahl von Verdampfern gebaut mit Rohrbündeln ähnlich der seinerzeit als »Bauart E« bezeichneten Ausführung. Die Ausführung erfolgte gemäß Abb. 1, also mit einem stehenden Sammelstück für die Dämpfe, da die Versuche gezeigt hatten, daß dies ebenso günstig wirkte wie das liegende der »Bauart E«, jedoch erheblich billiger in der Herstellung. Wegen der Aehnlichkeit mit den bekannten Wasserrohrkesseln wurde diese Ausführung »Kesselverdampfer« genannt.

Die Rohre lagen leicht gegen die Wagerechte geneigt und waren zur Führung des Solestromes von einem Blechgehäuse umgeben. Die Rohre hatten Längen von etwa 11 bis 26 m, die Anlagen, in denen sie eingebaut waren, Leistungen von etwa 90000 bis 250000 kcal/h; auf 1000 kg/Tag erzeugtes Eis kamen etwa 19,6 m eineinviertelzölliges Rohr. Der Verdampfungsdruck betrug im Mittel 1,37 atü. Es wurden keine von Hand eingestellten Entspannungsventile benutzt, sondern durch Schwimmer wurde ein gleichmäßiger Flüssigkeitsstand im Verdampfer und die Ueberflutung der Rohre sichergestellt (Abb. 1). Die Verdampfer wurden im Betrieb

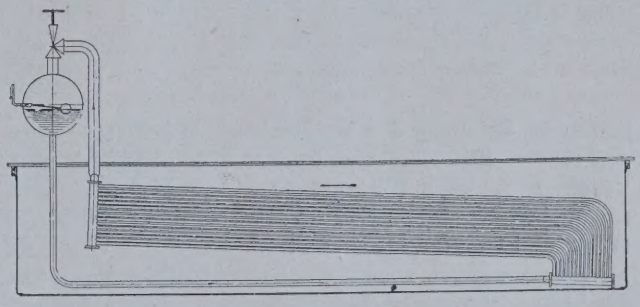


Abb. 1

durch Angestellte der bauenden Firma überwacht; dabei wurde eine Wärmeübergangszahl von 300 bis 400 festgestellt. Die Auswertung dieser groß durchgeführten Versuche führte zu der im folgenden dargestellten weiteren Entwickelung.

Abb. 2 und 3 zeigen den neuen Typ, der »Heringsgrätenverdampfer« genannt wurde, weil er in etwa an Pfeilzahnräder (engl: Heringsgrätenräder) erinnert. Es werden verhältnismäßig kurze Rohre beiderseits in Sammelstücke eingeschweißt, und zwar jeweils schräg in einer die Strömung begünstigenden Richtung. Je nach den Verhältnissen werden eine bis drei Reihen Rohre angeordnet. Den Entwürfen wurde eine Wärmeübergangszahl von 500 zu Grunde gelegt, tatsächlich wurde dann im Mittel von 36 ausgeführten Anlagen mit einer Leistung von etwa 700000 bis 8000000 kcal/Tag je Eiserzeuger ein Wärmeübergang von 623 kcal/$h \cdot m^2 \cdot {}^0C$ festgestellt.

Dieses Ergebnis befriedigte die ausführende Firma so, daß sie beschloß, bis auf weiteres diese Bauart zu ihrer Norm zu machen. Es wird eine Zahlentafel mitgeteilt, die für verschiedene Sole- und Verdampfungstemperaturen die benötigten Rohrlängen, ferner die Anzahl der Eiszellen, die Gefrierdauer und den Energieverbrauch des Verdichters angibt; an dieser Stelle seien nur die (in Uebereinstimmung mit den ASRE-Normalbedingungen) als normal angesehenen Werte mitgeteilt: Verdampfungsdruck 1,4 atü, entsprechend einer Verdampfungstemperatur von $-14{,}7^0$ C; Soletemperatur $-9{,}2^0$ C; für 1000 kg Eis/Tag werden bei einer Gefrierdauer von 43,2 h benötigt 13,2 Eiszellen von je 136 kg Inhalt (= 12 Zellen von 300 Pfund für die amerikanische Tonne), mit dem üblichen Querschnitt von 280 · 560 mm^2 (11" · 22"); bei Zellen mit dem gleichfalls üblichen Maß 292 · 572

und ebenfalls 136 kg Inhalt steigt die Gefrierdauer auf 47,4 h und demgemäß die nötige Anzahl Zellen auf 14,6; für den Verdampfer werden erforderlich 15,7 m eineinviertelzölliges Rohr — immer für 1000 kg Eis im Tag —; das Wasser wird mit + 26,6° C eingefüllt; Solegeschwindigkeit an den Verdampferschlangen vorbei 0,76 m/s, an den Zellen 0,13 m/s; Verflüssigungsdruck 10,9 atü entsprechend + 30° C;

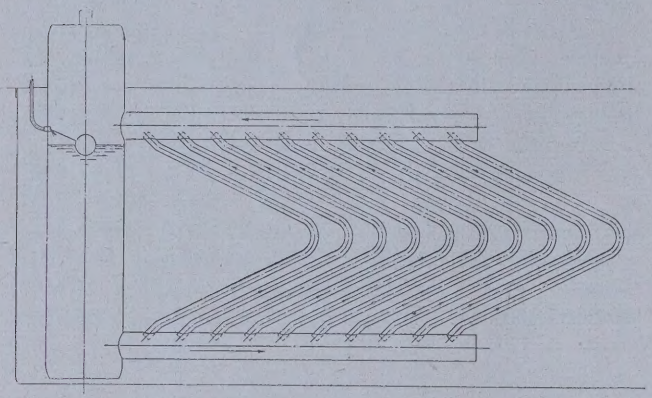


Abb. 2.

indizierte Leistung des Verdichters 2,11 PS; Stromverbrauch (90% mechanischer Wirkungsgrad des Verdichters, 90% Wirkungsgrad des Motors, 97% der Riemenübertragung) 1,96 KW, d. h. 47 KWh für 1000 kg Eis.

Zum Vergleich wird dieselbe Zahlentafel noch für das bisher in Amerika übliche System »Rohrschlangen zwischen den Zellen« gegeben; es zeigt sich, daß die benötigte Verdampferoberfläche nur noch etwa

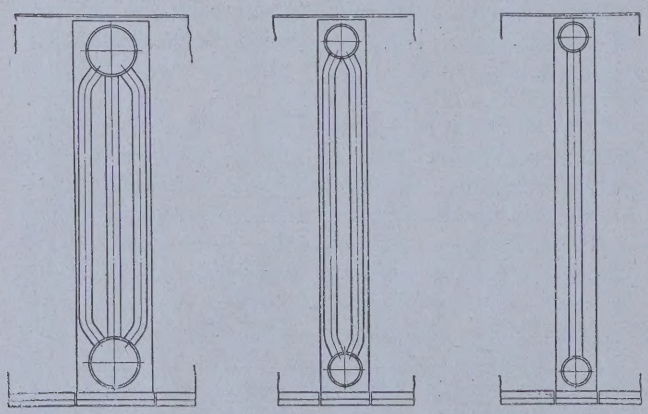


Abb 3.

ein Zehntel der alten ist; auf drei Ursachen ist der Fortschritt zurückzuführen: Erstens beträgt die Länge der einzelnen Rohre beim Heringsgrätenverdampfer nur 2,3 bis 4,6 m, während sie bei den alten Verdampfern oft über 300 m betrug; zweitens ist die Solegeschwindigkeit an den Schlangen, wie erwähnt, etwa 0,76 m/s, während sie bei der alten Ausführung — zwischen den Zellen — kaum über 0,13 m/s gesteigert werden konnte; drittens wird durch die Schwimmerregelung eine bessere Ueberflutung erzielt.

Damit erschöpfen sich aber die Vorzüge des neuen Verdampfers noch nicht. Schon in der früheren Veröffentlichung hatte der Verfasser darauf hingewiesen, welchen ungeheuren Unterschied für den Wärmeübergang es macht, ob die Innenfläche der Rohre von Dampf oder von Flüssigkeit benetzt ist, und welche Rolle dabei die »Wallung« (»internal velocity«) spielt. Der Wärmeübergang ist ungefähr verhältnisgleich dem flüssigkeitbenetzten Teil der Oberfläche. Wenn es auch zunächst vorteilhaft erscheint den Weg der Gasblasen möglichst kurz zu machen (um Strömungswiderstände und damit unnütze Verdichterarbeit zu vermeiden), so darf doch nicht übersehen werden, daß gerade die Gasblasen auf ihrem Weg durch die Flüssigkeit die so sehr erwünschte Aufwallung hervorbringen. Wenn auch die Verhältnisse noch nicht völlig geklärt sind, so ist doch jedenfalls sicher, daß zur Erzielung der besten Gesamt-Wirtschaftlichkeit die Länge der einzelnen Rohre und ihr Querschnitt in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen müssen.

Zunächst leuchtet ein, daß enge Rohre verhältnismäßig kurz, weite verhältnismäßig lang sein sollten. Zur Veranschaulichung der weiteren Ueberlegungen diene der hypothetische Verdampfer gemäß Abb. 4; er bestehe aus je drei gleichlangen senkrechten Rohren von 1", 2" und 3" lichter Weite, die durch gemeinsame Sammelrohre an einen Flüssigkeits-Vorratsbehälter angeschlossen sind, sodaß in den ver-

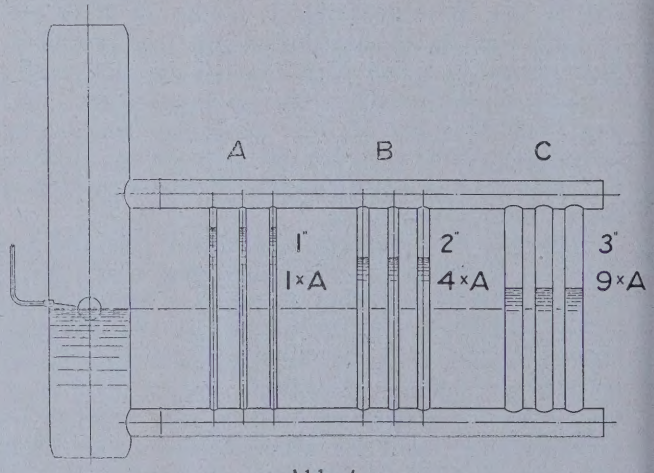


Abb. 4.

schiedenen Rohren die Verdampfung unter denselben äußeren Bedingungen stattfindet. Von einer guten Verdampferbauart muß verlangt werden, daß die Innenfläche gut mit Flüssigkeit benetzt ist, und daß diese Flüssigkeit mit möglichst großer Geschwindigkeit über diese Fläche hinweggeführt wird. Wenn keine Wärmeeinstrahlung stattfände, müßte die Kälteflüssigkeit in allen Rohren sich ebenso hoch einstellen wie im Vorratsbehälter. Sobald jedoch von außen Wärme eindringt, beginnt die Verdampfung, und je größer der Wärmeübergang wird, desto mehr und desto größere Dampfblasen entstehen, desto lebhafter wird die Flüssigkeit ins Wallen gebracht und hierdurch über ihren ursprünglichen Stand hinausgehoben; hierdurch wird wiederum der Wärmeübergang verbessert, infolgedessen noch mehr Dampfblasen erzeugt, und so steigert sich das fort. Je enger das Rohr ist, desto mehr tritt selbstverständlich diese Erscheinung hervor; in einzölligen Rohren entsteht geradezu die Wirkung einer Mammutpumpe. Natürlich könnten auch weite Rohre durch Erhöhung des Spiegels im Vorratsbehälter mit Kälteflüssigkeit angefüllt werden; hierdurch würde jedoch der statische Druck in den unteren Teilen nicht unbeträchtlich erhöht und damit die Verdampfungstemperatur, es würde somit der wirksame Temperaturunterschied gegen-

über der Sole und damit auch der Wärmeübergang verkleinert; außerdem sind bei weiten Rohren die Kosten je m^2 Oberfläche größer und nicht zuletzt ist eine größere Menge Kältemittel erforderlich.

Zum Beweise für die Richtigkeit seiner Theorie zeigt der Vortragende im Lichtbild, Abb. 5, einen einfachen Versuch. Vier Rohre mit den Durchmessern 3/8", 1", 2" und 3" und den Längen von 6,1, 2,1, 1,22 und 0,91 m sind durch ein wagerechtes Sammelrohr unten verbunden, oben sind die Rohre offen. Das Dreizollrohr wurde bis 12 cm vom oberen Rande mit flüssigem Ammoniak gefüllt. Die Raumtemperatur

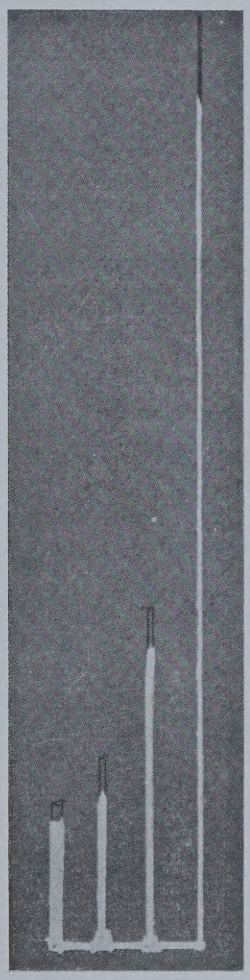


Abb. 5.

betrug etwa 18° C, sodaß zwischen der Außenluft und der siedenden Flüssigkeit ein Temperaturunterschied von etwa 52° C bestand. Das Lichtbild läßt deutlich erkennen, wie durch die Verdampfung die Flüssigkeit in den engen Rohren nach oben gerissen wird; die Höhe des Reifansatzes betrug 5,52, 1,98, 1,01 und 0,81 m; in dem Dreizollrohr war also die Flüssigkeit nur um etwa 2 cm über ihren Spiegel im Ruhezustand hinausgehoben worden. Die bereiften Oberflächen waren — beginnend mit dem engsten Rohr — die folgenden: 3060, 2090, 1950 und 2230 cm^2, die ungefähren Kosten für einen m^2 wirksame Oberfläche 1,6, 1,8, 2,3 und 3.3 $.

Bei der Festlegung des Verhältnisses von Durchmesser zu Länge sind selbstverständlich alle Einflüsse zu berücksichtigen, die auf den Wärmeübergang einwirken; bei gleichem Durchmesser können die Rohre eines Luftkühlers bedeutend länger sein, als die eines Soleverdampfers. »Je besser die Wärmeübergangszahl, desto kürzer die Rohre!«

Alle diese Bedingungen müssen sorgfältig im einzelnen untersucht werden; nach Ansicht des Vortragenden sind in den Vereinigten Staaten bisher die Beziehungen zwischen Länge, Durchmesser und Wärmeübergang bei den Verdampferschlangen nicht genügend berücksichtigt worden; überhaupt wurde die zweckmäßige Durchbildung der Verdampfer völlig vernachlässigt; brauchbare Versuche lagen kaum vor, und den Entwürfen wurden viel zu sehr unsichere und irrige Annahmen anstelle von wirklichem Wissen zugrunde gelegt.

Im Verlaufe der Versuche wurden ferner überall die Entspannungsventile durch Schwimmer-Regler ersetzt. Schwierigkeiten ergaben sich zunächst dort, wo mehrere Verdampfersysteme nebeneinander geschaltet und von einem Verflüssiger gespeist werden mußten, doch sind diese Schwierigkeiten jetzt überwunden. Näher darauf einzugehen verbietet zur Zeit noch die Patentlage, doch glaubt der Vortragende die Zeit nicht mehr fern, in der man dem Entspannungsventil für immer Lebewohl sagen wird.

Schwierigkeiten mit der Schwimmerregelung ergaben sich auch vor allem in solchen Systemen, die hohe Rohrreibungsverluste in den Verdampferschlangen hatten, d. h. bei denen zwischen Verdampfer-Ein- und Austritt ein nennenswerter Druckunterschied herrschte. Bei Verwendung eines Entspannungsventils ist zwar ohne weiteres genügend Druck vorhanden, um diese Reibung zu überwinden, aber sie setzt natürlich auch hier den Wirkungsgrad wesentlich herab. Ebenso fanden sich häufig starke Widerstände in der Saugleitung zwischen Verdampfer und Verdichter. Die allgemeine Annahme, daß das Manometer am Verdichter-Saugstutzen sehr angenähert die Verdampfungstemperatur anzeige, ist in sehr vielen Fällen irrig, und es überrascht, wie groß oft der Unterschied ist, namentlich in Anlagen für sehr tiefe Temperaturen, wo jedes Zehntel Atmosphäre schon beträchtlichen Temperaturunterschieden entspricht. In einem extremen Falle zeigte es sich sogar, daß das Ammoniak unmittelbar hinter dem Entspannungsventil um 1,3° C wärmer war als die Sole, daß diese also im ersten Teile des Verdampfers vom Kältemittel noch geheizt wurde! In diesem Falle erzeugten Reibung und Flüssigkeitssäule einen Druckunterschied von 0,4 at zwischen Verdampfer-Ein- und Austritt.

In einem anderen Falle wurde von der Firma des Vortragenden ein Verdampfersystem eines Luftkühlers ausgewechselt. Die alte Schlange bestand aus 100 zweizölligen Röhren von je 6 m Länge, die mit U-Bogen hintereinander gesetzt waren und so eine Rohrleitung von insgesamt über 600 m bildeten. In dieser Anlage standen Verdichter mit einer Leistung von 4,2 Millionen kcal/h. Hierzu sollte noch ein weiterer Verdichter von 1,2 Millionen kcal/h aufgestellt werden. Auf Grund ihrer Erfahrungen konnte die Firma des Vortragenden statt dessen vorschlagen, Verdampfer und Saugleitung umzubaueu, und anstelle der bisherigen Verdichter solche von nur 2,4 Millionen kcal/h aufzustellen; sie leistete trotzdem noch Gewähr für eine 15%ige Steigerung der Kälteleistung und hat diese auch

eingehalten. Es war also in diesem Falle möglich, durch richtige Ausbildung von Verdampfer und Saugleitung mit weniger Energieaufwand mehr Kälte zu leisten.

In einem weiteren Falle wurde in einer Eiskrem-Anlage durch zweckmäßige Aenderungen am Verdampfer und Ersatz des Entspannungsventiles ohne Aenderung am Verdichter 15% an Energie gespart und gleichzeitig noch die Temperatur in den Räumen um etwa 3° C herabgesetzt.

Die Versuche werden an einem besonderen Versuchsverdampfer in York festgesetzt. Seligmann.

Anmerkung der Schriftleitung:

Den seit langem bekannten Schleifenverdampfern, die die Firma Schüchtermann & Kremer seit vielen Jahren für SO_2 bauen, sowie den von der Gesellschaft Linde seit einiger Zeit ausgeführten Hochleistungsverdampfern liegen die gleichen Erfahrungen zu Grunde, die Shipley durch seine Versuche gewonnen hat. Das gilt auch für den neuen Verdampfer von A. Freundlich, Düsseldorf.

Zeitschriftenbericht.

Wissenschaftliche Grundlagen.

Wärmeübergang strömender Flüssigkeiten in Rohren. L. Schiller und Th. Burbach. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1928, Heft 34.

Ueberblick über den bisherigen Entwicklungsgang der Theorie des Wärmeüberganges für »Flüssigkeiten« im engeren Sinne. Theoretische Ableitung einer neuen Gleichung für den Wärmeübergang von strömender Flüssigkeit an die Rohrwand für den Fall »großer Anlauflängen.« Sie lautet

$$\frac{\alpha\, d}{\lambda_w} = 0{,}0365 \left(\frac{u\, d\, \varrho\, c}{\lambda_w}\right)^{3/4},$$ wobei bedeuten

α die Wärmeübergangszahl
d den Rohrdurchmesser in m
λ_w die Wärmeleitzahl der Flüssigkeit bei Wandtemperatur
u die mittlere Geschwindigkeit der Flüssigkeit
ϱ die mittlere Dichte der Flüssigkeit
c die mittlere spezifische Wärme der Flüssigkeit

Die neue Gleichung steht in guter Uebereinstimmung mit eigenen Versuchen über den Wärmeübergang von heißem Wasser an die Rohrwandung.

Kältemaschinen.

Ein neuer Flüssigkeitsmesser für Kältemittel. Dr. Haruhisa Inokuty, Tokyo. Cold Storage, September 1928.

Der Verfasser gibt eine Vorrichtung an, mit der die Kälteleistung einer Maschine dadurch gemessen werden kann, daß ein Gefäß von bestimmten Inhalt mit verflüssigtem Kältemittel aufgefüllt und die hierfür benötigte Zeit gemessen wird. Die Vorrichtung wird an der höchsten Stelle zwischen Verflüssiger und Regelventil angebracht. Sie besteht aus zwei übereinander angeordneten Behältern. In normalem Betrieb sind beide Gefäße mit Flüssigkeit ganz gefüllt. Zum Zwecke der Messung wird Hahn c sowie der Lufteinlaßhahn geöffnet und trockene Luft in den oberen Behälter eingeführt. Dann läuft der obere Behälter leer und füllt sich mit dem Dampf-Gasgemisch. Schließt man nun Hahn c, so füllt sich der obere Behälter mit Flüssigkeit innerhalb einer zu messenden Zeitspanne auf. Der Zufluß der Flüssigkeit zum Regelventil wird nicht gestört, da im

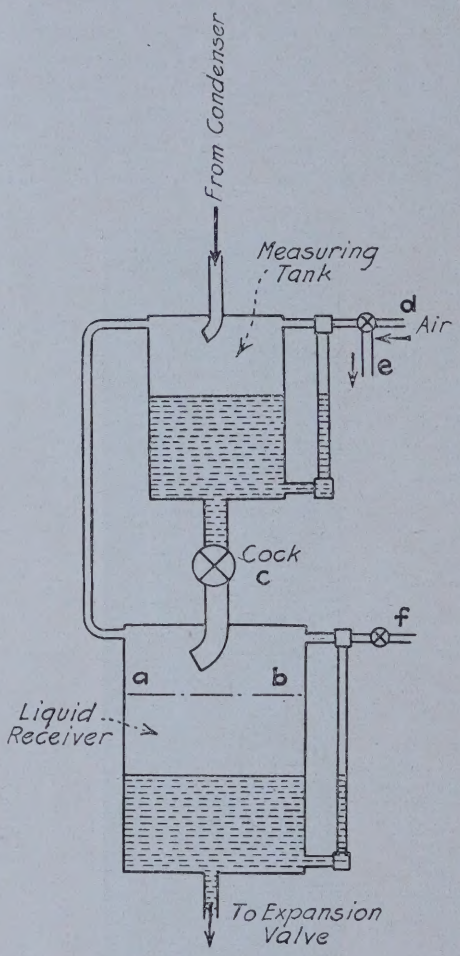


Fig. 1.

Measuring Tank = Meßgefäß.
Air = Luft
Liquid Receiver = Flüssigkeitsaufnehmer
Cock = Hahn
To Expansion Valve = Zum Regelventil.

unteren Behälter über der Flüssigkeit stets der gleiche Druck herrscht. Nach Gebrauch kann die Luft abgelassen werden oder auch nicht. Da die Vorrichtung sich an der höchsten Stelle der Leitung befindet, besteht keine Gefahr, daß sie in die Rohrleitungen eindringt. — Ein Versuchsbericht zeigt, daß die Vorrichtung recht genau arbeitet.

Kälteverwendung.

Die Veränderung roher und pasteurisierter Milch bei Aufbewahrung bei tiefen Temperaturen. A. Monvoisin. La revue générale du froid, **9**, Heft 4.

Ueber die Vorsichtsmaßregeln, die von den Erzeugern zur Kaltlagerung bestimmter Güter zu beachten sind. (Sur les précautions à prendre par les producteurs de denrées à conserver en frigorifique). A. Monvoisin. La revue générale du froid, **9**, Heft 4.

Neue moderne Dampfschiff-Kühlanlagen. John D. Blanke. Ice and Refrigeration, 1928, 6.

9 Schiffe der Blue Star Line von 10600 bis 12800 Tonnen sind mit Kühlanlagen ausgestattet worden. Die Kältemaschinen arbeiten mit CO_2. Jedes Schiff hat 2 Maschinen von je 185000 kcal/h bei —15° C Verdampfungstemperatur und 30° Verflüssigungstemperatur. Die Solekühler sind geschlossener Bauart und enthalten ovale Rohre. Um alle möglichen Temperaturen in den Fleischtransportschiffen erzielen zu können, kann man durch jedes der 160 Kühlrohrsysteme Sole von 4 verschiedenen Temperaturen schicken und zwar: Gefriersole, Kühlsole, kalte Sole höherer Temperatur, erwärmte Sole zum Abtauen. Abgetaut wird jedoch nur im Hafen. Die Gefriersole wird im Verdampfer gekühlt, die andern Solearten durch Zusatz von Gefriersole. Die Regel- und Temperaturbeobachtungsstellen sind in einem Raum übersichtlich vereinigt. Für die Umschaltung auf andere Solearten wird ein besonderer Hahn dargestellt.

Das neue Kaltlagerhaus für Käse der Gesellschaft Emmenthal, Luzern. (Le nouvel entrepôt frigorifique pour la conservation des fromages, de la Société Emmenthal, à Lucerne). Revue générale du froid, 1928, 8.

Die 10 Kühlräume von insgesamt 700 m² liegen im Kellergeschoß zu beiden Seiten eines Ganges und dienen zur Lagerung von Magerkäse (2 Räume), von vollfettem Käse (6 Räume) und anderen Käsesorten (2 Räume). Die Räume selbst sind 7,35 Meter hoch und mit Regalen (Borden) versehen, die von der Decke bis zum Boden reichen und zur Aufnahme der Käse dienen. Die Gänge zwischen den Regalen sind 1,7 bis 2,2 m breit. Der Gang zwischen den Kühlräumen ist in 3 Stockwerke geteilt. An den Regalen sind in Höhe der Gangfußböden Schienen verlegt, auf denen Wagen verschoben werden, von denen aus die Käse in die Regale verstaut werden. Die Türen vom Gang nach den Kühlräumen öffnen und schließen sich von selbst beim Durchfahren der Wagen. Von den Räumen werden 8 auf + 12° C und 2 auf + 8 bis + 10° C gekühlt, und zwar erstere nur durch Luftkühlung, letztere außerdem durch eine zusätzliche Berohrung mit Solekühlung. Jeder Raum hat seinen eigenen Ventilator, der die Raumluft fünfmal in der Stunde umwälzt. Zur Kühlung werden täglich etwa 9000 m² Luft zugesetzt, die in einem besonderen Luftkühler gekühlt und getrocknet werden. Um zu verhindern, daß in den so hohen Räumen große Temperaturunterschiede auftreten, hat man von den an der Decke befindlichen Luftkanälen in gewissen Abständen senkrechte bis nahe an den Boden geführte Abzweigkanäle geführt, die seitliche Schlitze haben, sodaß Luft aus allen Höhenlagen angesaugt und ebenso überall hingeblasen wird. Die in den Kühlraum eintretende, wie die ins Freie ausgeblasene Luft wird durch Ozonisieren geruchfrei gemacht, was unbedingt notwendig ist. Die Ozonisatoren haben sich ausgezeichnet bewährt. Die Kältemaschine von 16000 kcal Stundenleistung ist von Escher Wyss, Zürich, geliefert. Kr.

Das Beeisen kalifornischer Gemüse. Ice and Refrigeration, 57, 4, Oktober 1928.

Kopfsalat wird in Lattenverschläge versandt, die 3, 4 oder 5 Dutzend Köpfe, je nach Größe, enthalten. Die Verschläge sind mit besonders stark paraffiniertem Papier ausgelegt. Sie werden im Eisenbahnwagen mit Zwischenräumen auf- und neben inander gesetzt, und auf jeden werden 30 Pfund gemahlenes Eis aufgeschüttet. Wenn 320 Verschläge in einen Eisenbahnwagen eingeladen sind, werden 300 Pfund Eis in großen Stücken, oder auch gemahlen, oben auf geladen. Das ergibt für einen Wagen, der keine besonderen Eisbehälter hat, 9 t Eis. In die Eisbunker kommen Blöcke von 300 Pfund Einzelgewicht und zwar 5,3 t je Wagen. Während Salat naß gehalten werden muß, müssen Melonen (Cantaloups) trocken bleiben. Sie werden daher in Wagen mit Eisbunker, ohne Zusatz von gemahlenem Eis, versandt. Spargel und Weintrauben werden in gleicher Weise behandelt. Der Eisvorrat wird während der Fahrt alle 24 Stunden aufgefüllt.

Im übrigen werden die Produktionsverhältnisse und die Behandlung der Früchte in Imperial Valley, Südkalifornien, eingehend beschrieben.

Wärmeschutz.

Bau- und Isoliertechnisches von Kühlräumen. Dr. O. Reichard und Dr. W. Jürges. Gesundheitsingenieur 1928, 40.

Die Verfasser haben durch eingehende Versuche festgestellt, daß das Bleichen und Mürbewerden des Korkes in isolierten Wänden eine Wirkung des Kalkes im Mörtel oder Zement ist. Die Wirkung ist keine tiefgehende und bedeutungslos. Von wesentlicher Bedeutung ist aber der Einfluß der Feuchtigkeit, die etwa längere Zeit im Kork verbleibt. Die Schädlichkeit liegt nicht in erster Linie in der Erhöhung der Wärmeleitzahl durch die Feuchtigkeit, sondern in der Begünstung des Wachstums von Mikroorganismen auf nicht fäulnisfestem Korkstein. Auch bei Verwendung sterilisiertem Korkstein tritt Geruch auf, wenn beim Anmachen des Kalkmörtels fäulnisfähige Stoffe, wie Humus, nährstoffhaltiges Wasser benutzt werden. Da mit Kalkmörtel viel Wasser aufgebracht wird, das beim Abbinden verdunstet, muß man mit dem Aufbringen des Fliesenbelages warten, bis der Mörtel abgebunden hat. Besser ist es, die Platten mit Zement anzusetzen, da dieser beim Erhärten das Wasser bindet.

Anmerkung des Berichterstatters: Es kann niemals damit gerechnet werden, daß in den Mörtel nicht fäulnisfähige Stoffe gelangen. Demnach bietet die Verwendung sterilen Korksteins keine Gewähr gegen das Auftreten von Geruch, sondern nur die Vermeidung der Feuchtigkeit. Am sichersten dürfte das Verlegen in Goudron sein. Krause.

Eiskühlung.

Die Konstruktion der Haushaltkühlschränke. Dr. Mary E. Pennington. Ice and Refrigeration 1928, 6.

Vortrag vom 5. Internationalen Kongreß. Es werden die Einzelheiten der Konstruktion, die Isolierung, die Größenverhältnisse der einzelnen Abteilungen, die erreichbaren Temperaturen und der Eisverbrauch behandelt.

Verschiedenes.

Messungen der Erschütterungen von Boden und Gebäuden, hervorgerufen durch Maschinen und

Fahrzeuge. G. Angenheister und W. Schneider. Zeitschrift für technische Physik, 1928, Heft 3.

Die Bewegungen wurden mit dem Seismographen gemessen, bei ruhiger Umgebung, bei laufendem Motor, bewegten Fahrzeugen. Es zeigte sich, daß im vorliegenden Fall, bei leichten Häusern, Schwingungen an die Schwingungsdauern von 0,1 und 0,5 Sekunden gebunden waren, die durch die Schichtung des Bodens gegeben war. In höheren Stockwerken war die Amplitude bis zu 20 mal so groß wie am Erdboden.

Durchflußbeiwerte der I-G-Meßmündungen für Wasser, Oel, Dampf und Gas. Dr. R. Witte. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1928, 42.

Bücherbericht.

Technik voran! Jahrbuch mit Kalender für die Jugend 1929. Herausgeber Deutscher Ausschuß für Technisches Schulwesen und Reichsbund Deutscher Technik. Format DIN A 6 = 105 mal 148 mm, 224 Seiten. In Ganzleinen 0,95 M., ab 16 Stück 0,80 M. Verlag Deutscher Ausschuß für Technisches Schulwesen, Berlin W 35, Potsdamerstraße 119 b.

Das neue Jahrbuch für die Jugend 1929, unter gleichem Titel wie bisher, will — diesmal in erweitertem Umfang und in neuem Gewande — weiteste Kreise der Technik erfassen und ihnen in den Mußestunden wertvolle Anregungen geben.

Das Büchlein wendet sich in erster Linie an die werktägige Jugend in Schule und Praxis; doch wird auch der reifere Schüler der allgemeinbildenden Schulen seinen Durst nach technischer Belehrung damit befriedigen können. Nicht zuletzt kommen als Leser die werdenden Techniker und Ingenieure, insbesondere während ihrer Praktikantentätigkeit, in Frage; ferner der angehende, technische Kaufmann.

Kleine Mitteilungen.

Arbeiten der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1927.

Aus dem Bericht interessiert unsere Leser folgendes:

Das neue Kältelaboratorium enthält Anlagen zur Verflüssigung von Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Helium. Die verflüssigten Gase werden in der Anstalt verwendet, flüssiger Wasserstoff kann auch an andere Stellen Berlins abgegeben werden. Für etwa drei wissenschaftliche Gäste sind Räume vorgesehen. Mit Rücksicht darauf hat die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft erhebliche Zuschüsse bewilligt.

Die von der Gesellschaft für Lindes Eismaschinen A.-G., Wiesbaden, gemeinsam mit der Heylandt-Gesellschaft für Apparatebau m. b. H., Berlin, gelieferte Anlage gestattet entweder 20 l/h flüssigen Stickstoff oder 6 l/h flüssigen Sauerstoff herzustellen. Die Wasserstoff-Verflüssigungsanlage ist für eine Leistung von 10 l/h gebaut. Im zweiten Halbjahr 1927 wurden 2700 l flüssiger Stickstoff und Luft und 520 l flüssiger Wasserstoff hergestellt. Der Heliumvorrat der Anstaltwurde von 900 l auf über 3000 l erhöht. Das Helium wurde teils aus Neon-Helium-Gemisch gewonnen, teils aus Rohhelium mit 70 vH. Helium. Dieses Rohhelium wurde von Wasserstoff, Kohlensäure und Luft mit glühendem Kupferoxyd, flüssiger Luft und flüssigem Wasserstoff gereinigt. Versuche zur Bestimmung der spe ifischen Wärme des gasförmigen Heliums bei -269^0 sind ausgeführt worden.

Die Messungen der spezifischen Volumina von Helium, Wasserstoff, Neon, Stickstoff und Argon bei 0^0 und 1000^0 C wurden bis zu 200 at weitergeführt; einfache empirische Zustandsgleichungen für den ganzen Meßbereich wurden aufgestellt. Nach den Ergebnissen dieser Messungen wurden die Unterschiede zwischen den Temperaturen nach der thermodynamischen Skala und nach dem Gasthermometer konstanten Volumens im Temperaturbereich -260^0 bis $+ 400^0$ neu berechnet. Dieser Unterschied ist für Helium am geringsten, beträgt aber auch da noch bei 400^0 etwa $0{,}03^0$ gegenüber $0{,}15^0$ für Stickstoff, und bei -260^0 etwa $0{,}04^0$.

Messungen der Wärmeleitzahl von Eis wurden an 18 Eisplatten vorgenommen. Hiernach springt die Wärmeleitzahl beim Gefrieren auf den vierfachen Betrag der Wärmeleitzahl des Wassers und verdoppelt sich bei Abkühlung des Eises auf -120^0 nochmals. Im Anschluß an die Versuche wurde auch die Wärmedehnung von Eis bis herab zu -253^0 gemessen.

Patentberichte.

Anmeldungen.

17 a, 9. B. 132864. Jens Orten Boving, London; Vertr.: S. Goldberg, Pat-Anw., Berlin SW 68. Periodisch wirkende Absorptions-Kältemaschine 10. 8. 27.

17 a. 9. H. 96437. Ludwig Hirsch, Berlin-Charlottenburg, Sybelstr. 36 Arbeitsverfahren für Absorptionskühlmaschinen. 11. 3. 24.

17. a. 9. R. 69511. Hans Richter, Bremen, Am Wall 57. Absortionskühlmaschine. 3. 12. 26.

17 a, 13. Z. 16736. Gabriel Zwickly, Winterthur, Schweiz; Vertr.: Albert Elliot, Pat.-Anw., Berlin SW 48, Gegenstromverdampfer; Zus. z. Anm. Z. 16426. 6. 4. 28.

17 a, 18. P. 53001. Platten-Munters Refriger ting System A.B., Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Kühlschrank mit eingebautem Absorptionskälteapparat. 7. 6. 26.

17 g. 2. G. 71384. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A.-G., Höllriegelskreuth b. München. Verfahren zur Zerlegung von Gasgemischen durch Verflüssigung und Rektifikation. 30. 9. 27.

17 a. 3. C. 37232. Philipp Conrady, Oberursel a. T. Abdichtung für die Antriebswelle von Kompressoren, insbesondere für Kältemaschinen. 28. 9. 25.

17 a, 8. P. 56633. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verfahren zum Betriebe von Absorptionskälteapparaten. 26. 7. 26.

17 a. 3. B. 132492. Bernhard Bischof Winterthur; Vertr.: Dipl.-Ing. Dr. P. Wangemann und Dipl-Ing. B. Geisler, Pat. Anwälte, Berlin W 57. Vorrichtung zum Abdichten umlaufender Steuerschieber, insbes. für Kleinkältemaschinen. 20. 7. 27.

17 a, 9. P. 53839. Dr.-Ing. Ch. Pöhlmann, Augsburg, Flurstr. 35. Steuerungseinrichtung an Absorptionskältemaschinen intermittierender Bauart. 15. 10. 26.

17 a, 8. P. 53329. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: Dr. A. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte. Berlin W. 15. Kontinuierlich arbeitender Absorptionskälteapparat. 31. 7. 26.

17 a, 9. M. 97262. Maschinenfabrik Eßlingen, Eßlingen. Kälteerzeugungsanlage. 3. 12. 26.

17 a, 13. Sch. 84276. Dr. Peter Schlumbohm, Berlin W15, Pariser-Str. 32. Verdampfer für Kältemaschinen, bestehend aus einem Kältemittelgefäß mit Verschlußdeckel. 26. 10. 27.

17 e, 3. M. 95620. Maschinenfabrik Carl Weißner Komm.-Ges., Görlitz. Nasser Luftkühler. 4. 8. 26.

17 a, 6. S. 73118. Société Anonyme pour l'Exploitation des Procédés Maurice Leblanc-Vickers, Paris; Vertr.: Pat.-Anwälte Dr. R. Wirth, Dipl.-Ing. C. Weihe, Dr. H. Weil, M. M. Wirth, Frankfurt a. M., Dipl.-Ing. T. R. Koehnhorn und Dipl.-Ing. E. Noll, Berlin SW 11. Wasserdampfkältemaschine, insbes. zur Erzielung tiefer Temperaturen. 2. 2. 26. Frankreich 14. 10. 25.

17 a, 8. S. 76687. Karl Senßenbrenner, Düsseldorf-Oberkassel, Cheruskerstr. 73. Verfahren zum Kühlen von heiß hergestellten Gasen mit Hilfe einer Absorptionskältemaschine. 27. 5. 27. V. St. Amerika 22. 1. 27.

17 a. 8. M. 91779. Mannesmann Kälte-Industrie Akt.-Ges., Berlin W 50, Tauenzienstr. 19a. Periodisch wirkende Absorptionskältemaschine. 19. 10. 25.

17 a, 8. P. 55329. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Absorptionskälteapparat. 27. 5. 27. V. St. Amerika 22. 1. 27.

17 f, 11. T. 30908. Horace Francois Adolphe Turettini, Genf; Vertr.: Dipl.-Ing. Dr. D. Landenberger, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Einrichtung zur Erzeugung von Kälte durch Ausnutzung des Peltier-Effektes. 8. 10. 25.

17 a, 6. Sch. 69352. Metallgesellschaft A.-G., Frankfurt a. M. Mehrstufige, mit einer Lauge als Kältemittel betriebene Vakuumkältemaschine; Zus. z. Pat. 453974. 21. 1. 24.

17a, 8. S. 62729. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges., Berlin-Siemensstadt. Verfahren zur Kühlung 20. 4. 23.

17 a, 8. S. 83034. Sachsenwerk, Licht- und Kraft-Akt.-Ges., Niedersedlitz-Dresden. Einrichtung zur Beeinflussung des Flüssigkeitsumlaufes zwischen Kocher und Absorber bei kontinuierlich wirkenden Absorptions-Apparaten. 7. 12. 27.

17 a, 17. C. 39261. Chicago Pneumatic Tool Co., New York, V. St. A.; Vertr.: Dr. P. Breitenbach, Pat.-Anw., Düsseldorf. Verfahren zur Erzeugung von Kälte durch Kompression des Dampfes eines flüchtigen Kältemittels. 20. 1. 27. V. St. Amerika 2. 2. 26.

17 b, 6. K. 102413. Hermann Kumbier jun., Tangermünde. Vorrichtung zum Füllen von Waffeln mit Speiseeis. 10. 1. 27.

17 a, 8. P. 54137. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verfahren zur Förderung der Absorptionsflüssigkeit in Absorptionskälteapparaten. 4. 12. 26.

17 a, 8. P. 55685. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag. Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin W 15. Absorptionskälteapparat. 21. 7. 27. V. St. Amerikas 20. 1. 27.

17 a, 12. H. 95634. Dr. Ing. Hempel, Berlin-Charlottenburg, Sybelstraße 35. Periodisch wirkende Absorptionskältemaschine. 31. 12. 23.

17 b, 6. Sch. 83287. Fritz Schläger, Hannover, Löwenstr. 4. Vorrichtung zur Erzeugung von Speiseeis. 16. 7. 27.

Erteilungen.

17 a, 8. 467939. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verfahren zur Leistungsregelung von durch Wärme betriebenen, mit Wasserabscheider ausgerüsteten Absorptionskälteapparaten. 3. 3. 26. P. 52386.

17 a, 9. 467792. Mannesmann Kälte-Industrie Akt.-Ges., Berlin W 50, Tauentzienstr. 19a. Kältemaschine, die nach dem Absorptionsprinzip arbeitet. 20. 10. 25. M. 91774.

17 e, 1. 468068. Otto Sorge, Berlin-Grunewald, Charlottenbrunner-Str. 44. Rückkühlanlage mit elektrisch angetriebenem Saug-Ventilator. 29. 5 25. S. 70220.

17 a, 8. 468138. Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges., Berlin-Siemensstadt. Absorptionsmaschine; Zus. z. Pat. 453847. 13. 8. 26. S. 75699.

17 a, 14. 468722. Dipl.-Ing. Gustav Strobl, Magdeburg, Breite Weg 246. Hauptabsperrventil in der Druckleitung einer Kompressions-Kältemaschine. 12. 9. 26. St. 41535.

17 g, 4. 498813. Hans Graeber, Bochum, Rechener-Str. 11. Transportgefäss für flüssige Gase. 10. 1. 26. G. 66205.

17 a, 1. 468557. Eugenio Biaggini, Muralto bei Locarno; Vertr.: Dipl.-Ing. E. Biereth, Pat.-Anw., Berlin SW 48. Kälteanlage. 3. 2. 25. B. 117962. Schweiz 15. 9. 24.

17 a, 8. 469735. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Absorptionskälteapparat. 4. 1. 27. P. 54312. Schweden 8. 1. 26.

17 b, 3. 469784. Adolf Hartmann, Bremen, Osterdeich 82. Verfahren zur Erzeugung eines klaren und harten Kunsteises aus natürlichem Wasser. 29. 9. 26. H. 108148.

Löschungen.

17 a, 444381, 459892, 448585, 426737.
b, 268010, 392414, 426026, 433019.
d, 321082, 441116.
e, 450450.
f, 419331.

Gebrauchsmuster.

Eintragungen.

17 a, 1049002. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.; W. Zimmermann und

Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW. 11 Absorptionskälteapparat. 17. 6. 27. P. 47105.

17 c, 1049863. Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin Siemensstadt. Kühlschrank. 11. 7. 28. S. 70203.

17 a, 1054194. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr. W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Absorptionskälteapparat. 22. 1. 27. P. 46153.

17 a, 1054195. Platen-Munters Refrigerating System Aktiebolag, Stockholm; Vertr.: W. Zimmermann und Dipl.-Ing. E. Jourdan, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Absorptionskälteapparat. 22. 1. 27. P. 50104.

17 a, 1054423. Anton Kraus, Fürth in Bay., Pegnitzstr. 35. Druckregler für Kühlanlagen. 8. 11. 28. K. 121339.

17 b, 1054060. Firma A. Freundlich, Düsseldorf, Suitbertusstr. 127—143. Rahmen für Eiszellen. 5. 5. 28. F. 57676.

17 c, 1054215. Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin-Siemensstadt. Eierbehälter für Haushaltschränke, insbes. Kühlschränke. 24. 7. 28. S. 70303.

17 f, 1054038. Louis Bastin, Köln, Neußer-Pl. 22. Zirkulationskühlrippen für Flüssigkeitsgefässe. 31. 5. 26. B. 117406.

17 f, 1054039. Louis Bastin, Köln, Neußer-Pl. 22. Zirkulationskühlrippen für Flüssigkeitsgefäße. 31. 5. 26. B. 117407.

Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender: Geh.-Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. **H. Lorenz** Technische Hochschule Danzig

Schriftführer: **A. Kaufmann**, Oberingenieur Berlin W 35, Blumeshof 14/I

Schatzmeister: **E. Brandt**, Direktor Berlin-Hermsdorf, Waldseestraße 5 Postscheck-Konto Berlin Nr. 148122

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Ober-Reg.-Rat Prof. Dr. **Fr. Henning**, Berlin.
Arbeitsabtlg. II: Für Bau u. Lieferung von Maschinen, Apparaten. Obmann: Direktor Dipl.-Ing. **O. Hippenmeyer**, Wiesbaden
Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis. Obmann: Veterinärrat Direktor **Dr. Bützler**, Köln

Berliner Kälte-Verein

(Bezirksverein des Deutschen Kältevereins)

Bericht

über die Monatsversammlung am 23. Okt. 1928 im Vortragssaal der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Berlin-Charlottenburg.

Vorsitzender: Prof. Henning.

Vor Eintritt in die Tagesordnung teilte der Vorsitzende mit, daß während der Sommerferien, die diesmal 4 Monate dauerten, da die Hauptversammlung in Danzig zeitlich zu nahe mit unserer sonst üblichen Junisitzung zusammenfiel, 2 unserer Mitglieder, die Herren Karl Greß und Georg Hinz gestorben sind. Die Anwesenden erhoben sich zu Ehren der Verstorbenen von ihren Sitzen.

Hierauf wurden die Berichte über die April- und Maisitzung verlesen und von der Versammlung gegenehmigt.

Sodann erhielt Herr Oberregierungsrat Dr. Meißner das Wort zu seinem Vortrage: „Messungen mit Hilfe von flüssigem Helium." Er gab eine Reihe von Beispielen an über seine neuen Untersuchungen des Widerstandes von Metallen, machte Angaben über die Supraleitfähigkeit einiger Metalle und stellte fest, daß die spezifische Wärme des Heliums infolge der Gasentartung bei sehr tiefen Temperaturen starke Abweichungen von dem normalen Verlauf zeigt, Die bei den Messungen verwendete Apparatur wurde beschrieben und zum Teil gezeigt.

Der Vorsitzende dankte dem Vortragenden für seine interessanten Mitteilungen und stellte fest, dass in der kurzen Zeit, seit welcher das Kälte-laboratorium besteht, schon sehr bedeutende positive Arbeit geleistet worden ist, wozu z. B. die Bestimmung der Supraleitfähigkeit des Tental gehört.

Herr Dr. Schlumbohm fragte sodann an, ob in dem Kältelaboratorium der Reichsanstalt jedermann Versuche, die in das Gebiet des Kältewesens einschlagen, machen könne. Diese Frage wurde in dieser allgemeinen Form als den Bestimmungen des Kältelaboratoriums widersprechend verneint.

Unter Punkt 3 der Tagesordnung „Verschiedenes" gab Herr Kaufmann einen Ueberblick über wichtigere Ereignisse in der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft des DKV.

Er geht kurz ein auf die interessanten Vorträge und wohlgelungenen gesellschaftlichen Veranstaltungen der Danziger Hauptversammlungen und streift dann die seit damals begonnenen bezw. fortgeführten Arbeiten des Vereins, wozu er insbesondere auch die Maßnahmen zum Neudruck der Leistungsregeln zählt, sowie die Mitarbeit im Normenausschuss und zum Zwecke der Unfallverhütung.

Der Vorstand des Hauptvereins wird demnächst in Berlin zusammenkommen, um sich außer mit laufenden Angelegenheiten mit den vorbereitenden Schritten für die nächste Hauptversammlung (Dresden, Frühjahr 1929) sowie mit weiteren wichtigeren Fragen zu befassen, die sich aus unserer Mitgliedschaft beim Internationalen Kälteinstitut (Paris) ergeben.

Zum Schluß erinnert Herr Kaufmann an das am 13. November in den Räumen des Zoologischen Gartens stattfindende Fest der Technik und fordert mit Rücksicht auf den Charakter des Festes — Unterstützung und Repräsentation — zu zahlreicher Beteiligung auf.

Der Schriftführer: J. Schindler.

Dem vorliegenden Heft ist ein Prospekt der Firma **C. G. Haubold A.-G., Chemnitz**, beigefügt.

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE KÄLTE-INDUSTRIE

BEGRÜNDET 1893 DURCH Dr. H. LORENZ

ZUGLEICH 19. JAHRGANG DER

ZEITSCHRIFT DES DEUTSCHEN KÄLTE VEREINS

SCHRIFTLEITER DR.-ING. MARTIN KRAUSE BERLIN NW 87 KLOPSTOCKSTR. 9.

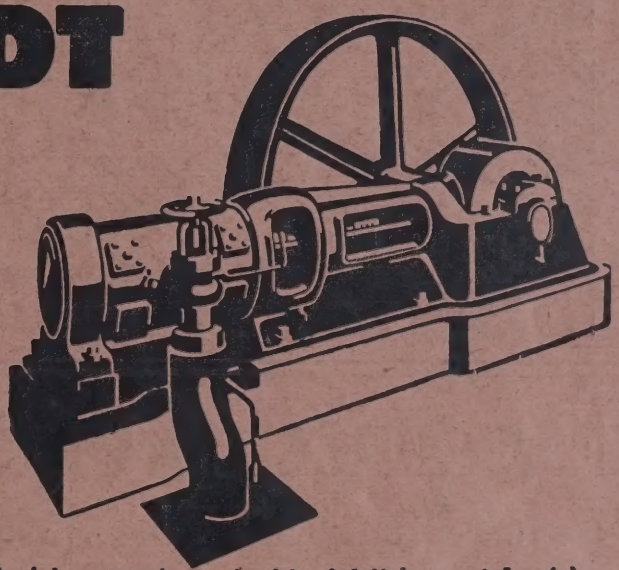
VERLAG: GESELLSCHAFT FÜR KÄLTEWESEN M.B.H. BERLIN W. 9. KÖTHENERSTRASSE 34

THE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF ILLINOIS

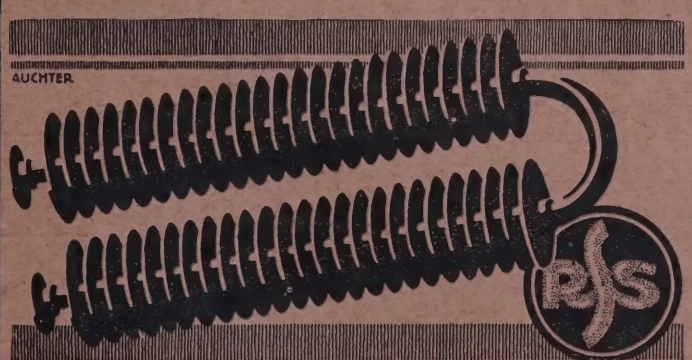
12. Heft Berlin W. 9, im Dezember 1928 35. Jahrgang

HUMBOLDT

Kälte-Maschinen
Eisfabriken
Klein-Kälteanlagen



Maschinenbau-Anstalt Humboldt, Köln-Kalk



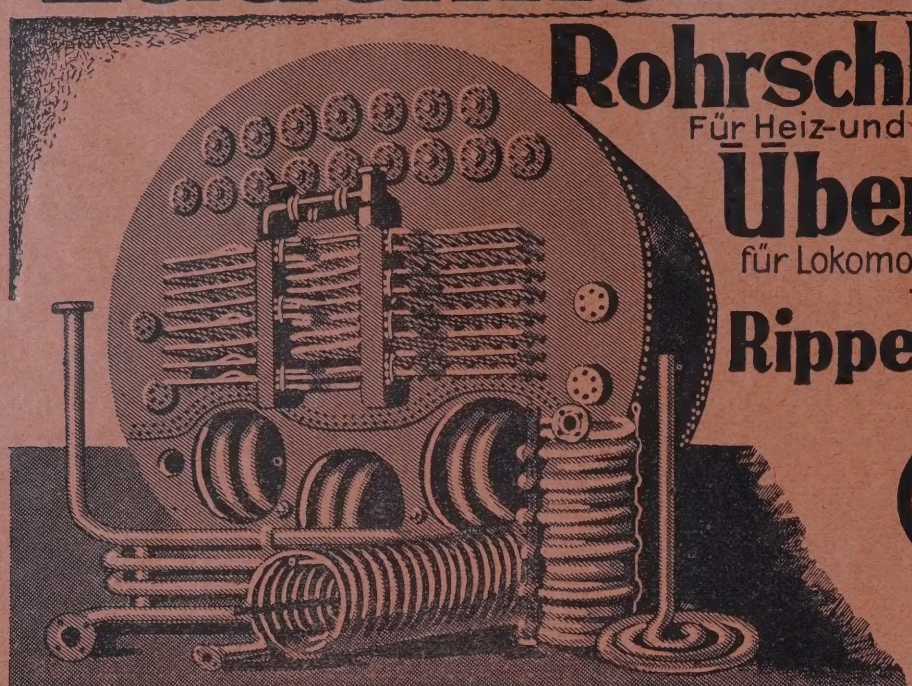
SCHMIEDEEISERNE RIPPENROHRE
D·R·P

Rheinische Schweißwerke Sieglar
G. m. b. H.
Sieglar 3 bei Köln

Kühlrohrsysteme
Gegenstromkondensatoren
Rohrschlangen
Soleakkumulatoren
Bördelrohre

Verlagspostanstalt Dissen (Teutoburger Wald)

Lauchhammer



Rohrschlangen
Für Heiz- und Kühlzwecke
Überhitzer
für Lokomotiv- u. Schiffskessel
Rippenrohre,

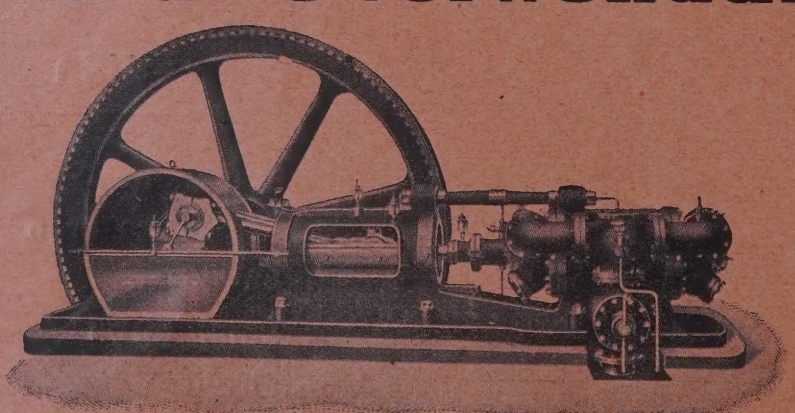
MITTELDEUTSCHE STAHLWERKE A.G.
LAUCHHAMMERWERK **RIESA** AN DER ELBE

Maschinenfabrik Germania, Chemnitz

Gegründet 1811 **vorm. J. S. Schwalbe & Sohn** Telegramm-Adresse: Germania-Chemnitz

Eis-Kühlmaschinen

für alle Verwendungszwecke



Liegende Ausführung:
bis zu **1300000 WE** in einem Zylinder

Stehende Ausführung:
bis zu **300000 WE** in einem Zylinder

Germania-Kleinkühl- und Eismaschinen von 1500 bis zu 32000 WE

Prospekte und Beratung frei!

Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

Die Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie
erscheint in Monatsheften und kann durch die Post, durch den Buchhandel oder vom Verlag innerhalb Deutschlands zum Jahresbezugs-Vorzugspreis von RM. 16.— jährlich bezogen werden. — Bei Quartalsbezug kostet die Zeitschrift RM. 4,50 frei Haus. Einzelhefte kosten innerhalb Deutschlands RM. 1,50 zuzüglich der Versandspesen.

Für das Ausland ist zufolge der höheren Versand- und sonstigen Unkosten der Jahresbezugspreis auf RM. 24,— bei Lieferung frei Haus festgesetzt. Es ist freigestellt, auf der Basis von RM. 24,— in der jeweiligen Landes-Währung zu zahlen. **Es wird gebeten, nur bankfähige Zahlungsmittel zu überweisen.**

Die Lieferung erfolgt auf Gefahr des Empfängers. Kostenlose Nachlieferung verloren gegangener Hefte erfolgt nicht. Ueberweisungen gehen zu Lasten des Bestellers.

Der Bezug erneuert sich ohne förmliche Neubestellung.

Bei Bestellung von Einzelheften erfolgt der Versand zur Verringerung der beiderseitigen Arbeit durch Postnachnahme.

Unsere Jahresbezieher werden ausdrücklich gebeten, den nicht gewünschten Weiterbezug für das nächste Jahr bis zum 1. Oktober des laufenden Jahres dem Verlag bekannt zu geben.

Bezieher, welche die Zeitschrift *bereits vom Verlag* beziehen, erhalten auch durch den Verlag Rechnung. Bezieher, welche die Zeitschrift *bei der Post bestellen* und bezahlen, erhalten wie üblich Aufforderung zur Zahlung durch die Post.

Nach den Bestimmungen der Reichspost sind alle *Wohnungsänderungen* stets dem zuletzt *zuständigen Bestellpostamt* anzumelden. Erfolgt diese Anmeldung nicht, so geht die Zeitschrift an die Postanstalt wieder zurück. Bei verspäteter Meldung ist häufig mit dem Verlust der bei dem alten Postamt noch eingelieferten Nummern zu rechnen, *da die Postanstalten nicht verpflichtet sind, unbestellbare Hefte aufzubewahren.*

Bei *Ausbleiben von Heften* liegt meistens ein Verschulden der Post vor. Beschwerden sind deshalb zunächst nicht beim Verlag, sondern bei dem zuständigen Postamt zu führen. Es wird dadurch am raschesten Abhilfe geschaffen; besonders kann im Falle der Zustellung an unberechtigte Empfänger das Heft zurückgefordert und dem Bezieher unverzüglich nachgeliefert werden.

Bei Mitteilung *neuer Adressen* bitten wir, stets das *zuständige Bestellpostamt* mitzunennen. Nur dadurch sind wir in der Lage, die prompte Zustellung der Zeitschrift zu gewährleisten.

ANZEIGEN nach besonderem Satzspiegel, welcher durch den Verlag unverbindlich bezogen werden kann.

Anzeigen für Stellungssuchende pro mm 1/2 Seitenbreite 15 Pfg. Bei Wiederholungen wird ein entsprechender Nachlass gewährt. Für Vorzugsseiten gelten besondere Preise. Für Dauerinserenten besonderer Tarif.

Schluss der Anzeigenannahme Ultimo des Monats.

MITTEILUNGEN, welche den Zeitschriftenversand, die Anzeigen oder sonstige geschäftliche Angelegenheiten betreffen, sind zu richten an die

Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9
Köthenerstrasse 34. Fernsprecher Nollendorf 5826
Drahtanschrift Kühlung Berlin.

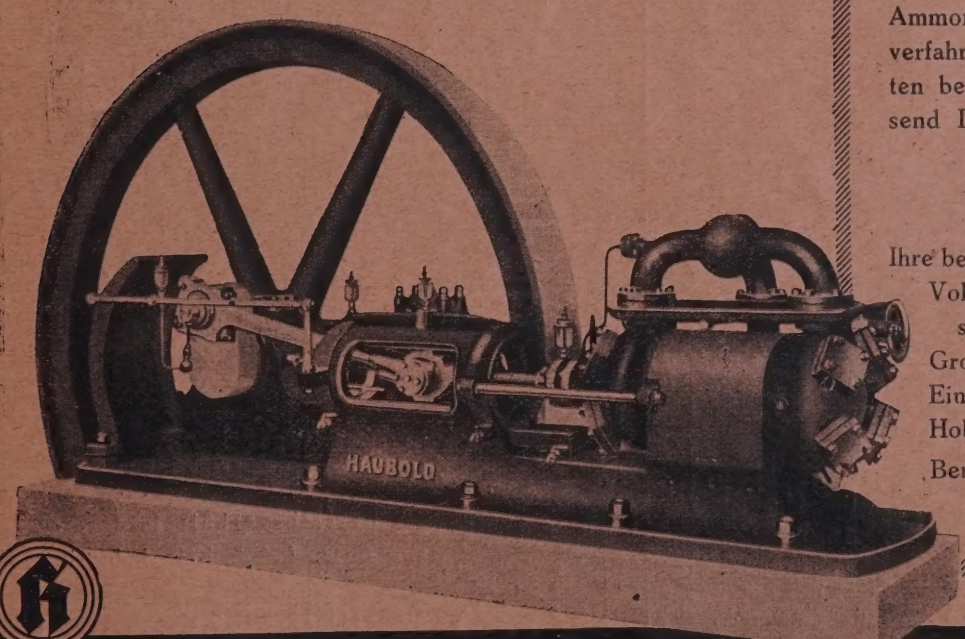
Druckkessel, Behälter, Lager- u. Gärtanks, Boiler
und sonstige Blecharbeiten

Bald & Co., G.m.b.H.
Siegen i. W.

Bewährte Isoliermittel für
Kälteschutz
liefert und baut ein:
Franz Hund, Düsseldorf-Obc.
Columbusstrasse 19
Fachtechnischer Berater und Unternehmer.

Verlangen Sie bei Projektierung meine Fachbroschüre über Kälteschutz!

Haubold



Eismaschinen Kühlanlagen

für alle industriellen und gewerblichen Zwecke nach dem Ammoniak- oder Kohlensäureverfahren sind seit Jahrzehnten bewährt in mehreren tausend Lieferungen nach allen Erdteilen.

✶

Ihre bekannten Eigenschaften:
Vollkommene Betriebssicherheit,
Große Wirtschaftlichkeit,
Einfache Bedienung,
Hohe Leistung
Beratung durch Fachingenieure unverbindlich!

198

C. G. HAUBOLD A.-G. CHEMNITZ

FREUNDLICH KÄLTEMASCHINEN

für Gross- und Kleinbetrieb

und alle Verwendungsgebiete, geschützt durch zahlreiche Patente, sichern

höchste Leistung bei **geringstem Kraftbedarf**

in hochwertiger Ausführung A. Freundlich, Düsseldorf 60

SONDER FARBEN

für den EIS-maschinen-Betrieb

NAUTON

rot und schwarz, geruchfrei zum Anstrich v. Leitungen, Generator- u. Kondensator-Spiralen Widerstandsfähig gegen Salz- wie Süsswasser, Ammoniak usw.

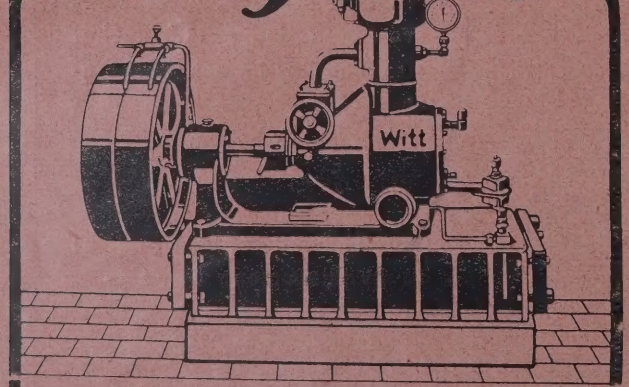
FRIGIDON

Der Anstrich für Kühlrohrleitungen rot und grau, geruchfrei

ROSENZWEIG & BAUMANN KASSEL

VERKAUFSLÄGER: BERLIN, DORTMUND, DÜSSELDORF HAMBURG, KÖNIGSBERG, MÜNCHEN, STUTTGART AUSLAND: ARNHEIM, PRAG, WIEN

Witt Eis & Kälte



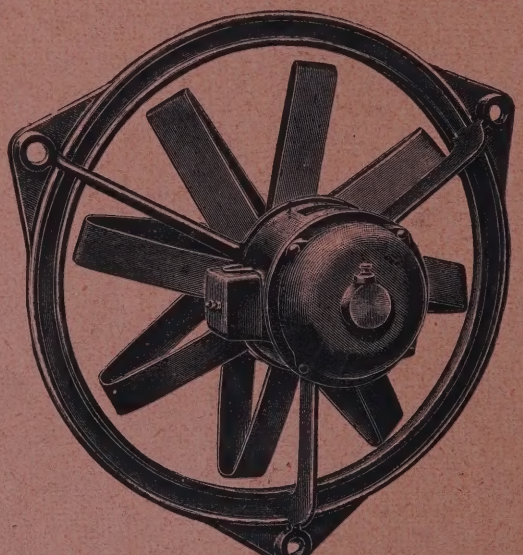
Ueber 30jährige Spezialität

Eis- und Kühlanlagen

modernster Bauart für kleine, mittlere und große Leistungen und für jeden Verwendungs-Zweck.

Th. Witt G.m.b.H., Aachen

Spezialfabrik für Eis- und Kühlmaschinen



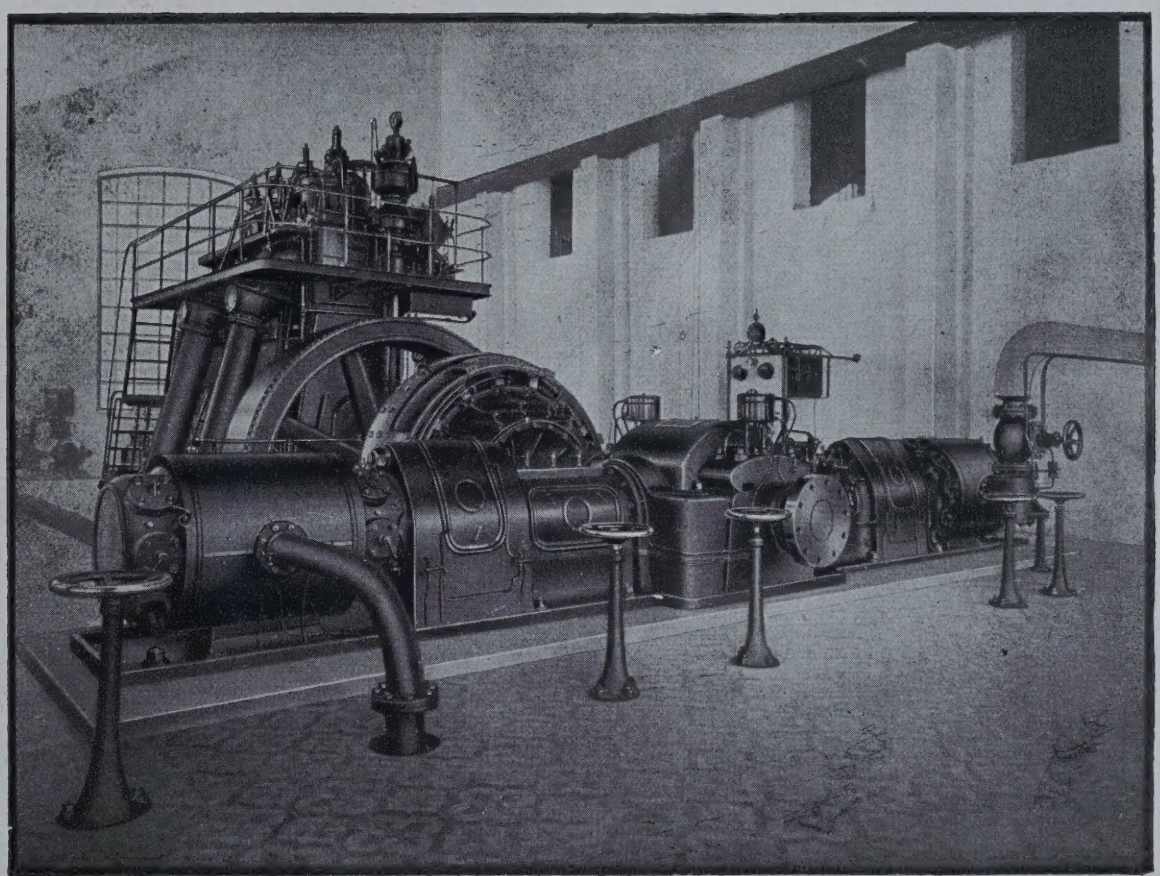
Zentrifugal- und Achsial-Ventilatoren

für alle Betriebsverhältnisse

Sonderkonstruktionen für die Kälte-Industrie

Kuhnert-Turbowerke A.-G. Meissen i. Sa.

LINDE

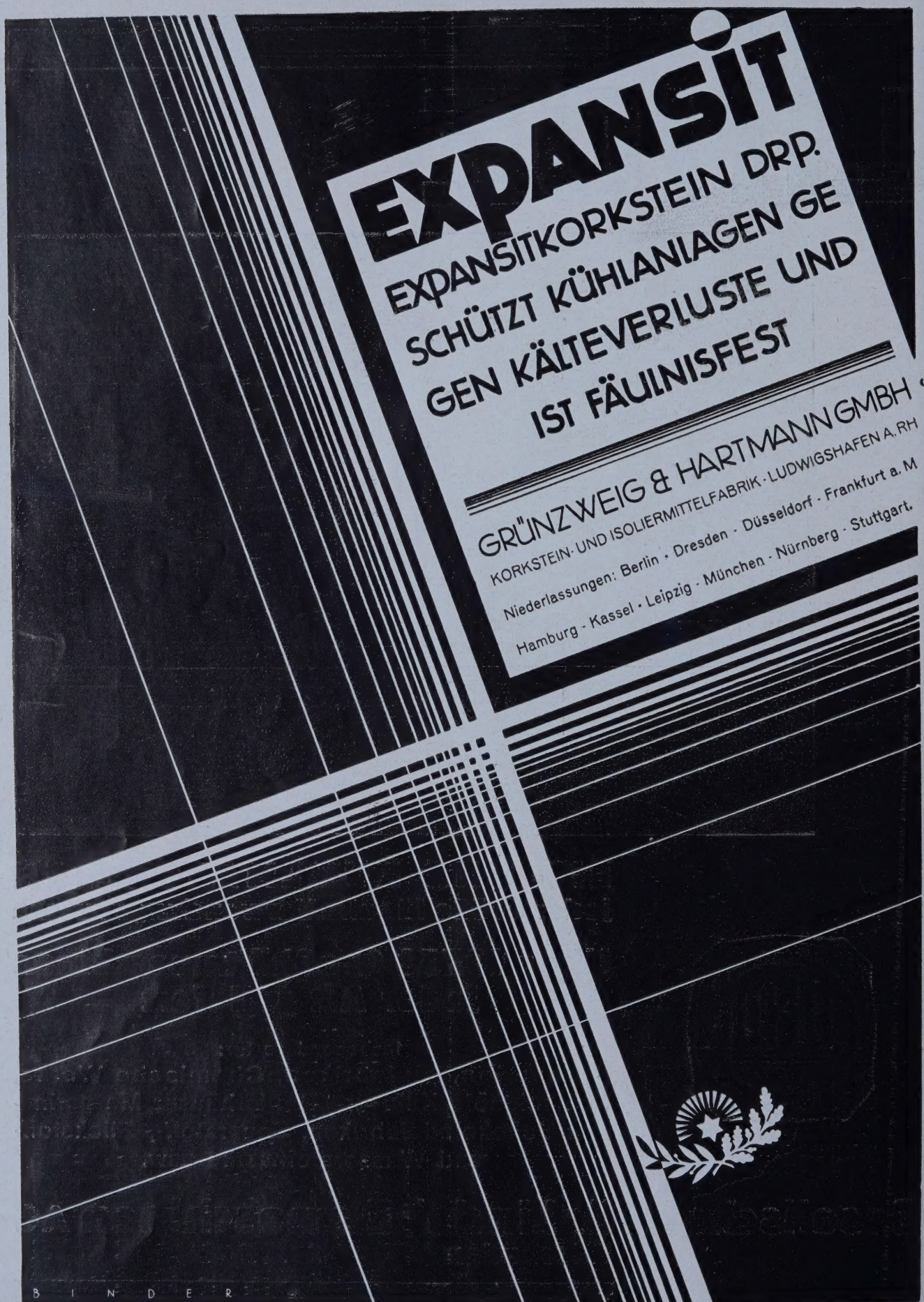


EIS- UND KÜHLMASCHINEN
jeder Größe für alle Verwendungszwecke

Über 10750 Großkältemaschinen jeder Art geliefert

Insbesondere für:
Brauereien, Eisfabriken, Chemische Werke, Schlachthöfe, Kühl- und Gefrierhäuser, Margarine- und Schokoladefabriken, Sauerstoff-, Stickstoff- und Wasserstoffwerke usw.

Gesellschaft für Linde's Eismaschinen AG
Wiesbaden


EXPANSIT
EXPANSITKORKSTEIN DRP.
SCHÜTZT KÜHLANLAGEN GE
GEN KÄLTEVERLUSTE UND
IST FÄULNISFEST
GRÜNZWEIG & HARTMANN GMBH
KORKSTEIN- UND ISOLIERMITTELFABRIK · LUDWIGSHAFEN A. RH
Niederlassungen: Berlin · Dresden · Düsseldorf · Frankfurt a. M
Hamburg · Kassel · Leipzig · München · Nürnberg · Stuttgart.
BINDER

Ammoniak

flüssig — wasserfrei

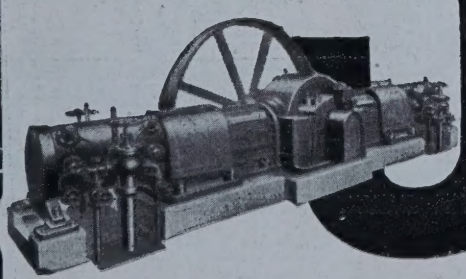
für Eismaschinen und Kühlzwecke
in unerreichter Qualität

bei

I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft
Verkaufsabteilung Stickstoff für technische Zwecke
Berlin NW. 7 - Unter den Linden 78

Wir unterhalten an grösseren Plätzen Deutschlands Lager, es empfiehlt sich daher, im Bedarfsfalle bei uns anzufragen

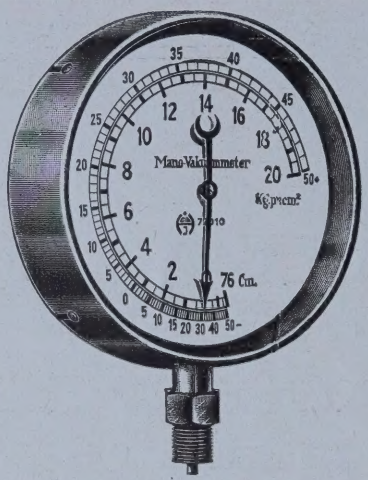
SEIT 30 JAHREN



BAUEN WIR KÄLTEMASCHINEN NACH ALLEN GEBRÄUCHLICHEN SYSTEMEN, IN ALLEN GRÖSSEN UND FÜR ALLE ZWECKE

BORSIG-KÄLTEMASCHINEN SIND ÜBER DIE GANZE WELT VERBREITET

A. BORSIG G. M. B. H.
BERLIN-TEGEL



Manometer aller Arten

für Eis- und Kühlmaschinen, Dampf, Luft etc.

Fernthermometer

von minus 20 bis plus 30° C
fabrizieren in erstklassiger Ausführung und liefern kurzfristig zu konkurrenzlosen Preisen

Hänni & Cie. m. b. H.
Fabrik technischer Mess-Instrumente
Stuttgart-Cannstatt
Waiblingerstrasse 100. Telefon 50839

ISOLIERUNGEN
aus
KORKSTEIN-
PLATTEN u. SCHALEN

In Kühl-u. Gefrier-Anlagen jeder Art.
Kostenlose Beratung auf Grund langer Erfahrung.

Korksteinwerk G.m.b.H.
Brand-Erbisdorf/Sa.

NIEDERLASSUNG u. LAGER BERLIN

Spezial-Konstruktionen für die Kälte-Industrie

geräuschloser Lauf
hoher Wirkungsgrad
solide Konstruktion
sind Eigenschaften der

Meidinger-Ventilatoren

Verlangen Sie unsere neuesten Preislisten

Vertreter:

Berlin W 57:	J. Gottberg, Ing., An der Apostelkirche 10.
Dresden N 6:	(Ausgabe) Emil Habert, Ing.
Essen:	Ingenieurbüro Addicks, Pettenkoferstrasse 28
Hamburg 20:	Dipl.-Ing. Dr Leucke, Beim Andreasbrunnen 4
Hannover:	Paul Steinbrück, Hammersteinstrasse 6
Mannheim:	Georg Zöller, Ing., Wespinstr. 20
Nürnberg:	Carl Käser, Ing., Archivstr. 5
Neuss a Rh.:	Heinrich Koch, Kaiser Friedrichstr. 82
Stuttgart:	Eduard Müller, Ing., Im Lerchenrain 25

WÄRME & KÄLTE

ISOLIERUNGEN

RHEINHOLD & CO

VEREINIGTE KIESELGUHR- UND KORKSTEIN-GESELLSCHAFT

Eigene Häuser in: Berlin / Breslau / Cosmig. Anh / Düsseldorf / Dortmund / Dresden / Erfurt / Frankfurt a. M / Hamburg / Hannover / Kiel / Königsberg / Köln / Leipzig / Nürnberg / Saarbrücken / Schneidnitz / Stuttgart-Bad

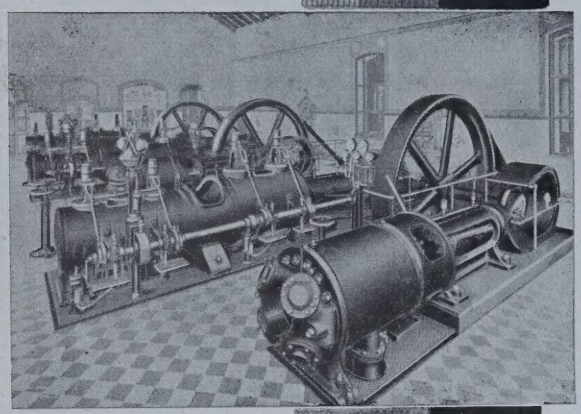
Laufende Veröffentlichungen der neuesten Versuche u. Ergebnisse in den Heften unserer W.S.W. (wärmeschutzwissenschaftlichen) Mitteilungen

SCHÜCHTERMANN & KREMER-BAUM

AKTIENGESELLSCHAFT FÜR AUFBEREITUNG

DORTMUND

Abteilung Maschinenbau



KÄLTE-

Erzeugungsmaschinen

mit schwefliger Säure oder mit Ammoniak als Kältemittel arbeitend, für alle Verwendungsgebiete, besonders zum Kühlen und Gefrieren von Lebensmitteln und zur Herstellung von Eis

Dampfmaschinen

in jeder Grösse und Ausführungsart

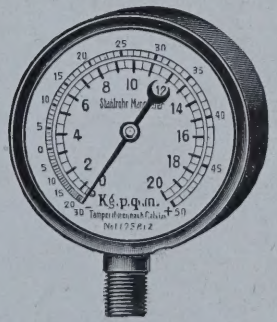
Ventilatoren

für den Luftumlauf in Kühl- und Gefrierräumen

Kreiselpumpen

für Kühlwasser, Salzwasser und andere Flüssigkeiten

N 29



AMMONIAK-MANOMETER

in allen Grössen und Ausführungen.

Verlangen Sie unsere Preise für

Manometer und Thermometer

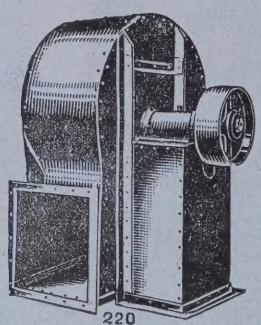
für Kältemaschinen.

Richard Gradenwitz G.m.b.H.

Berlin S. 14

VENTILATOREN

für die Kälte-Industrie



zeichnen sich aus durch

kräftige, sorgfältige Bauart
ruhigen, stoßfreien Lauf
geringen Kraftverbrauch
lange Lebensdauer

Schmiedeeiserne

RIPPEN-KÜHLROHRE

für dir. Verdampfung u. Solekühlung in schwarzer und in außen feuerverzinkter Ausführung

Kühlsysteme — Luftkühler
Sole-Speicherrohre

Vorzüge: Große Kälteleistung / Hoher zulässiger Betriebsdruck / Geringes Gewicht / Keine Bruchgefahr / Große Einzellängen / Möglichkeit der Ausführung in jeder gewünschten Form, daher leichtes Anpassen an die örtlichen Verhältnisse Garantie für absolute Dichtheit

NETZSCHKAUER MASCHINENFABRIK

FRANZ STARK & SÖHNE ✡ NETZSCHKAU IN SACHSEN

Eis- und Kühlmaschinen

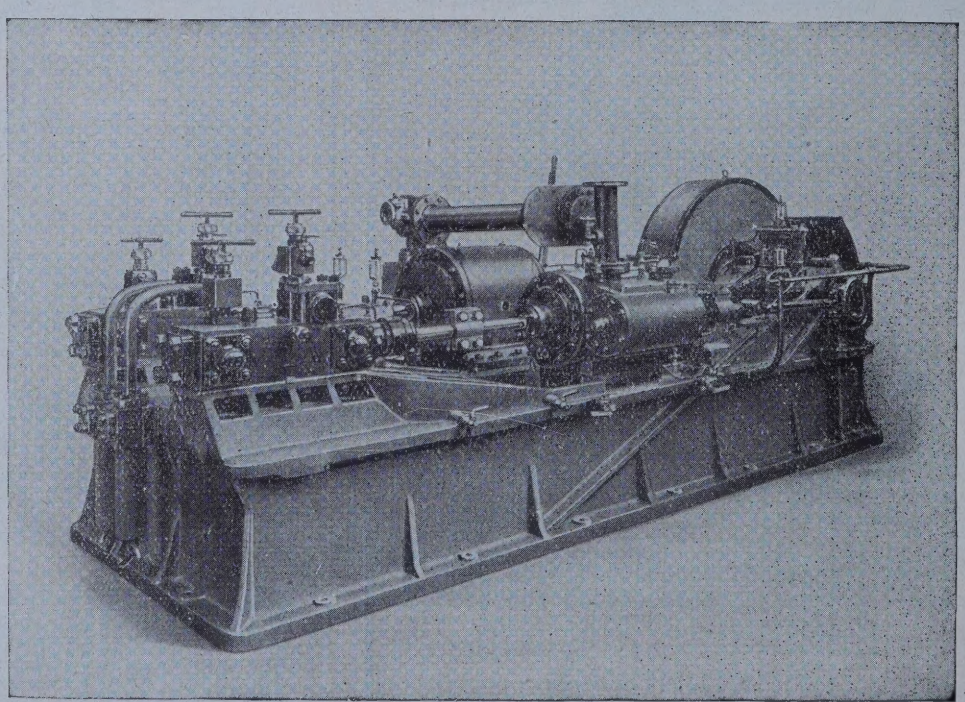
bis zu den größten Leistungen

Mit Schiffskühlanlagen wurden u. a. ausgerüstet

D. „Bismarck"
D. „Vaterland"
D. „Hamburg"
D. „New York"
D. „Cap Polonio"
MS. „Monte Sarmiento"

Simplex-Duplex-Kreisel-Pumpen

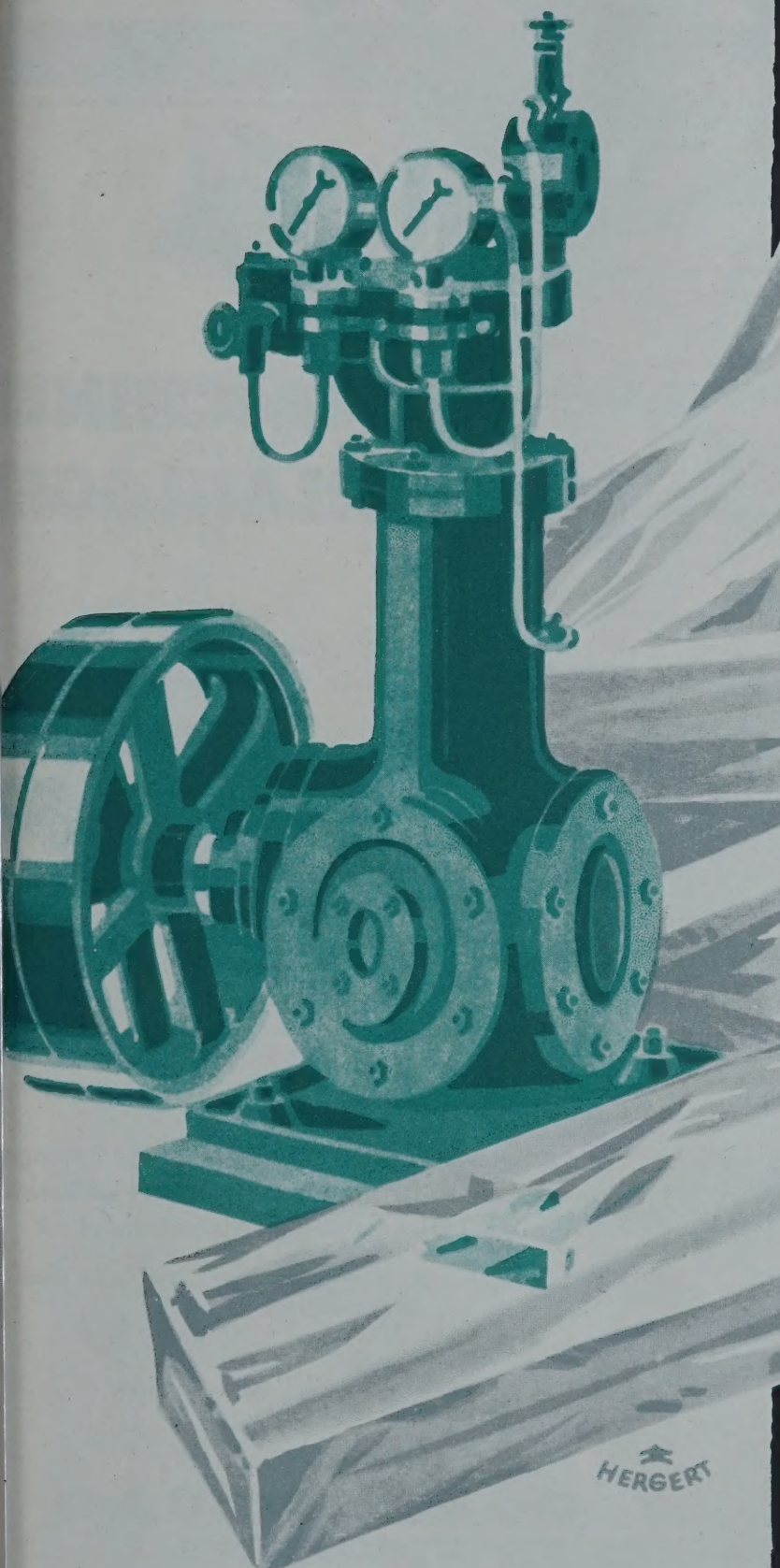
Apparate



GEORG NIEMEYER Metall-, Stahl- und Eisenwerk

Telephon Nr. 1258 – 60 HARBURG-ELBE Telegr.-Adr. Stahlbronce

Haubold



HERGERT

KÄLTE-MASCHINEN

Kaubold

EISMASCHINE
UND
KÜHLANLAGE

für **jede** Leistung
zur Eisbereitung und zum Kühle
von Räumen und Gütern

in

Brauereien, Brennereien, Destillationen, Ha
haltungen, Hotels, Restaurants, Cafés, K
ditoreien Margarine- und Kunstfettfabri
Molkereien, Schlachthäusern, Fleischhal
Wurstfabriken, Schokoladen-, Zuckerwa
u. Konservenfabriken, Schiffsräumen, Krank
häusern, Gärtnereien, Eisbahnen und
fabriken, Weinkellereien, Chemischen-
Dynamitfabriken, Paraffin- und Stearinfabri
Textilwerken, Kunstseide- und Gummifabri
usw.

Ihre Vorzüge:

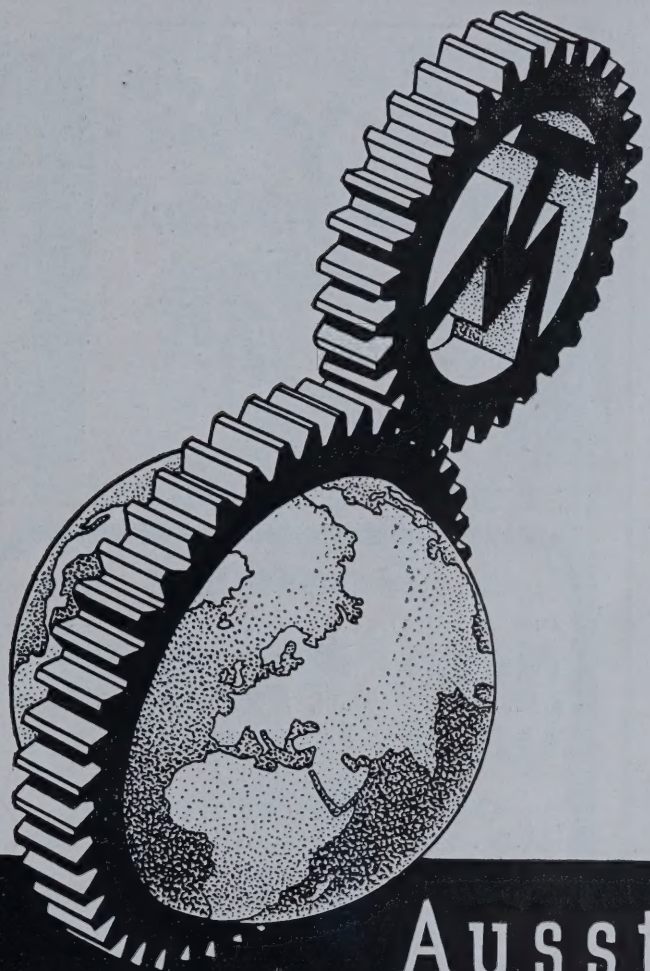
**Einfache Bedienung, hohe Leistung, gerings
Verbrauch an Kraft, Kühlwasser und Kältemitt
und vollkommene Betriebssicherheit**

**sind seit Jahrzehnten in mehreren tausend Lieferungen nach a
Erdteilen bewährt.**

Ammoniak- und Kohlensäure-Verfahren.

MASCHINENFABRIK
C-G Kaubold A-G
CHEMNITZ
GEGR. 1837

Offsetdruck von Richard Müller, Chemnitz



Ausstellung von Kälte-Nahrungs-und Genussmittelmaschinen

im Rahmen der

Allgemeinen Maschinen- und Apparateschau

in Halle 7 auf der

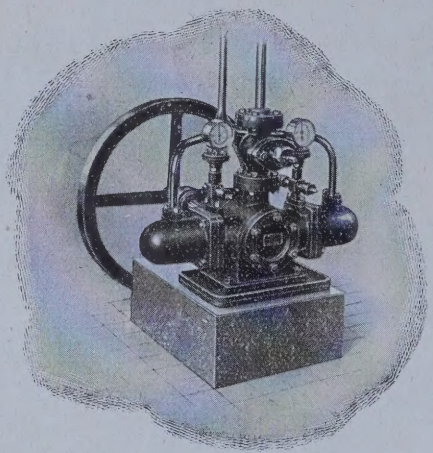
Grossen Technischen Messe zu Leipzig / 3.-13. März 1929.

Auskunft durch das Leipziger Messamt Leipzig und die Allgem. Maschinen-und Apparateschau G.m.b.H. Leipzig, Ausstellungsgelände Halle 8

BAUS

„Glück"
Ammoniak-Kompressor

Patentiert im In- und Ausland



der Langsamläufer unter den Kältemaschinen
Vollautomatische Oelung
Unerreichte Wirtschaftlichkeit

„Glück"-Kühlmaschinen G. m. b. H.
München 12

Gesucht

zum möglichst baldigen Eintritt ein

kaufm. Prokurist

erfahren in Verkauf, Propaganda etc., ferner

Ober-Ingenieur

für moderne

Groß-Kälteanlagen

Schriftl. Angeb. mit Bild und Zeugnisabschriften sowie Angaben über Alter, Eintrittstag etc. an

Geka Gesellschaft für Kälteanlagen
Schlebusch-Manfort bei Köln

Zur Leitung des Konstruktionsbureaus wird ein durchaus erfahrener

erster Ingenieur

gesucht, der das gesamte Gebiet der Konstruktion von

Kältemaschinen
Anlagen

einschließlich der Apparate usw. nach jeder Richtung hin vollkommen beherrscht — Ausführl. Angebote mit Zeugnisabschriften, Lichtbild und Angaben über Alter, Gehaltsansprüche und frühesten Eintrittstermin sowie Aufgabe von Referenzen erbeten unt. P. A. 678 an die Geschäftsstelle dieser Zeitschrift, Berlin W. 9, Köthenerstraße 34

Sauerstoff Erzeugungs Anlage

Leistung 20—80 cbm pro Stunde, gebr. aber garantiert betriebssicher, zu kaufen gesucht

Gefl. Angebote mit allen nötigen Angaben erb. unt. **S. M. 679** an die Geschäftsstelle ds. Zeitschr., Berlin W. 9, Köthenerstr. 34

WIR SUCHEN

für den Verkauf unserer Kühlanlagen

Tüchtige Generalvertreter

für die Bezirke:

OSTPREUSSEN
POMMERN
WESTFALEN
RHEINLAND
KASSEL
THÜRINGEN
FRANKFURT A. M.
WÜRTTEMBERG
SÜDBAYERN

WIR FORDERN

Gewandte, zielbewußte Verkäufer mit guten Fachkenntnissen und nachweisbaren Verkaufserfolgen

WIR BIETEN

altbewährtes Material und hohe Provision

SCHWARZWALDWERKE LANZ
MANNHEIM Abt. Kältemaschinen G. M. B. H.

Besondere Konstruktion für

Tief-Schnell-Kühler

insbesondere für Konditoreien, Metzgereien etc.,

für Ueberflutungs- und Ueberhitzungsbetrieb

bis zu den grössten Abmessungen

Dr.-Ing. Siller & Rodenkirchen G.m.b.H.
Rodenkirchen bei Köln am Rhein
Maschinenfabrik und Apparatebauanstalt
Spezialfabrik für Apparate und Zubehörteile für die gesamte Kälte-Industrie
Telegramm-Adresse: Sirowerk, Rodenkirchenrhein
Fernsprecher: Ulrich 680 und 1000

Eis und Kälte durch Abdampf.

Zahlreiche Nachbestellungen beweisen die Zuverlässigkeit der

Abdampf-Kältemaschinen

Wer Abdampf hat, kann

Kälte

fast umsonst erzeugen!

C. SENSSENBRENNER
G. m. b. H.
Maschinenfabrik
DÜSSELDORF-OBERKASSEL A. 3

Nahtlose, starkwandige Pressrohre

liefert als Spezialität sofort aus reichhaltig sortiertem Lagervorrat, ferner Gas-, Siede-, Flanschen-, Rippenheiz-, Perkins-, Windleitungs-, Blech-, Stahlmuffen und Präzisionsstahlrohre — Vorratslisten zu Diensten

L. Barthel, Düsseldorf-Hafen 12
Röhrengrosshandlung
Fernsprecher: 5731, 2230, 4879. Tel.-Adr.: Röhrenbarthel

Eisbüchsen AUS HARTPORZELLAN AB LAGER

PORZELLANFABRIK FREIBERG, SACHSEN

Eis-Zellen

und Zellenrahmen als Spezialität

Referenzen erster Häuser

Fabrik für Brauerei- und Kältemaschinen-Bedarf
Anton Hurtz
Breyell, Bez. Düsseldorf

Anfang November ist in unserem Verlage

ein weiteres Beiheft erschienen

und zwar:

Untersuchung über die Kaltlagerung von Obst und Gemüse (Zweiter Bericht)

VON PROF. DR.-ING. R. PLANK

Der Preis beträgt 2,50 RM. einschl. Porto

Zu beziehen durch die

Gesellschaft für Kältewesen m. b. H., Berlin W. 9
Köthenerstrasse 34

Verbesserung und Verbilligung
(Rationalisierung)
im Klein- und Gross-Kältemaschinenbau

von Dr. Dr.-Ing. e. h. Döderlein, Karlsruhe

zum ermässigten Preise von 1.50 M. einschl. Porto und Verpackung zu beziehen durch

Gesellschaft für Kältewesen m. b. H.
Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34

HALB
UND
VOLLAUTOMATIK

Kühlwassersicherheitsschaltung
für Kompressions-Kältemaschinen aller Systeme

Wir bieten Ihnen die grossen Vorteile langjähriger Erfahrung und größter Leistungsfähigkeit

METZENAUER & JUNG/ELBERFELD
Spezialfabrik selbsttätiger Schaltapparate
RUF 3621 KURZESTR. 1

Kohlensäure flüssig, wasserfrei
Ammoniak flüssig, wassertrei
für Kühlanlagen — garantiert rein!
Gewerkschaft Wahle I
Vilbel bei Frankfurt a. M.

Kälte-Ingenieur

29 Jahre, ledig, z. Zt. in mittlerem Betriebe der Kühlmaschinenbranche für Büro und Offertwesen, Montageüberwachungen tätig, sucht neuen, geeigneten Wirkungskreis

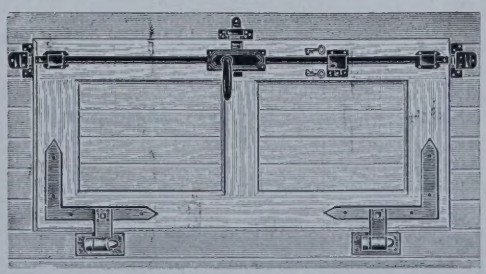
Angebote erbeten unter B. B. 672 an den Verlag dieser Zeitschrift, Berlin W. 9, Köthenerstraße 34

Sallmayer'sche Buchhandlung
M. Patkiewicz
Wien I, Schwangasse 2A

Zum Bezug empfohlen:
HIRSCH: **Die Kältemaschine.** Preis inkl. Porto Mk. **21,50**
HOFFMANN: **Die Eis- und Kühlmaschinen.** Geb. Preis inkl. Porto . . . . . Mk. **12,50**
LORENZ: **Neuere Kühlmaschinen.** Preis inkl. Porto Mk. **13,20**
STETEFELD: **Die Eis- und Kälte-Erzeugungsmaschine.** Geb. Preis inkl. Porto . . . . . Mk. **19,00**
Vollständiger **Katalog** über **Kälte-Erzeugungsmaschinen** steht Interessenten **gratis** und **franko** zur Verfügung.

Bedeutende Firma der Kälte-Industrie sucht für die **Leitung ihres Büros Hamburg** erfahrenen, tüchtigen und selbständigen
KÄLTEFACHMANN
welcher insbesondere in **Verkauf, Projektierung und Montage von Kleinkältemaschinen-Anlagen** beste Erfolge nachweisen kann. Gutes Einkommen bei festem Gehalt und Provision.
Ausführl. Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Lichtbild u. **G. M. 674** an die Geschäftsstelle ds. Zeitschrift, Berlin W. 9, Köthenerstraße 34, erbeten

Zwecks weiteren Ausbaues unserer Organisation wird ein in Konstruktion und Projektierung von **Kältemaschinen** erfahrener, vorwärtsstrebender **Ingenieur** als
Ober-Ingenieur
gesucht
Es handelt sich um eine gehobene Stellung mit Anwartsch. auf **P. okura**.
Ausführliche schriftliche Angebote mit Zeugnisabschriften, Bild, Angaben und Gehalt, Eintrittstermin, etw. Sprachkenntnisse etc. an
„Geka" Gesellschaft für Kälte-Anlagen
Schiebusch-Manfort bei Köln

C. vom Baur, Velbert (Rhld.)
Fabrikation von Eisschrank-Kühlhausschlössern jeder Art
Verschluß D. R. G. M.

3 riegel. Kühlhaus-

Eine Kälteanlage

Fabrikat Linde, einschließlich Kühlschränke für etwa 50° C Kälte, fast garnicht benutzt,

sofort preiswert verkäuflich

Zeiss Ikon A.-G., Goerz-Werk
Berlin-Zehlendorf

Knetbare Metall-Stopfbüchsen-Packung

GRANAL

Nur eine Dimension **für alle** Stopfbüchsen-Grössen!
Die beste und billigste Dauerpackung
für Eis- und Kältemaschinen, Kompressoren, Dampfmaschinen etc.
Max Heller, Leipzig S. 3, Fockestr. 11

KÄLTE-INGENIEUR

27 Jahre alt, mit mehrjähriger Spez.-Praxis im Bau von NH_3 Kälte-Anlagen, sucht passenden Wirkungskreis.

Zuschriften unter N. 4 an den Verlag dieser Zeitschrift, Berlin W. 9, Köthenerstraße 34

Kälte-Ingenieur

46 Jahre alt, mit achtzehnjähriger Erfahrung im Klein- und Großkühlmaschinenbau in Bezug auf Projektieren, Konstruktion, Vorkalkulation, Bau, Betrieb und Verkauf sucht sich zu verändern. Der Eintritt kann sofort erfolgen

Gefl. Angebote erbeten unter K. 1882 an den Verlag dieser Zeitschrift, Berlin W. 9, Köthenerstraße 34

H. BEUCKE & SÖHNE, DISSEN
Fernruf: Amt Bad Rothenfelde 5, 154, 510
Telegramm-Adresse: Verlagbeucke

PROSPEKTE
WISSENSCHAFTLICHE WERKE
DRUCKSACHEN ALLER ART

Jüngerer Kältetechniker

für Büro, Werkstatt und evtl. Außendienst von größerer Maschinenfabrik gesucht. BEDINGUNG: Gründliche Kenntnisse im Klein-Kältemaschinen- und Kühlanlagenbau. Eintritt: 2. Januar 1929. — Ausführliche Bewerbungen mit Lichtbild und Zeugnisabschriften unt. L. M. 670 an Ala, Haasenstein & Vogler, Magdeburg

Die gesamte chemische Industrie und deren Nebenzweige sowie die einschlägigen Maschinen- und Bedarfsartikelhandlungen

in **Holland und dessen Kolonien** erreicht man am zweckmäßigsten durch eine Anzeige in dem in Holland erscheinenden

„Chemische Courant voor Nederland en Kolonien"

Probenummern, Preisanstellung und jede gewünschte Auskunft jederzeit kostenlos durch die Vertretung für Deutschland:

Lorenz & Co., G. m. b. H., Leipzig C 1
Bosestrasse 6

Eis- und Kühl-Anlagen

mit

Hochleistungs-Kältemaschinen

(Gesetzlich geschützt im In- und Auslande)

bauen wir nach wie vor auf Grund vieljähriger Erfahrungen. Wir verkaufen diese in Zukunft aber nicht mehr durch die »Geka«, Gesellschaft für Kälteanlagen, sondern wieder wie früher durch eigene Verkaufsorgane

Maschinenbau-Gesellschaft Karlsruhe
Karlsruhe / Baden
Wattstrasse 1
Fernsprecher 4411 — 4413
Drahtanschr. Maschinenbau

Verlangen Sie kostenlose Beratung durch unsere Fach-Ingenieure

ALGOSTAT
KORK
PLATTEN
GERUCHLOS, ZUR ISOLIERUNG VON EIS- u. KÜHLRÄUMEN
SÄMTLICHE MATERIALIEN FÜR WÄRME- UND KÄLTESCHUTZ
A. HAACKE & CO.
CELLE
; NIEDERLASSUNGEN ;
BERLIN N.W. 40, KRONPRINZENUFER 19
DÜSSELDORF 17, WORRINGERSTRASSE NR 62
HAMBURG 5, LANGE REIHE 29/37, HANDELSHOF.
• HALLE A. SAALE, MARIENSTR. 12 •
ROTTERDAM, DELFTSCHESTRAAT 47

Infolge weiteren Ausbaues unserer Absatz-Organisation in Verbindung mit unserem neuen Hochleistungs-Sicherheits-Kompressor werden an allen größeren Plätzen des In- und Auslandes rührige, mit der

Eis- und Kühlmaschinen

Branche vertraute

Vertreter

möglichst Ingenieure

gesucht

Schriftliche Meldungen mit näheren Angaben an:

„Geka"-Gesellschaft für Kälteanlagen
Schlebusch-Manfort bei Köln.

Zur Leitung des Konstruktionsbureaus wird ein durchaus erfahrener

erster Ingenieur

gesucht, der das gesamte Gebiet der Konstruktion von

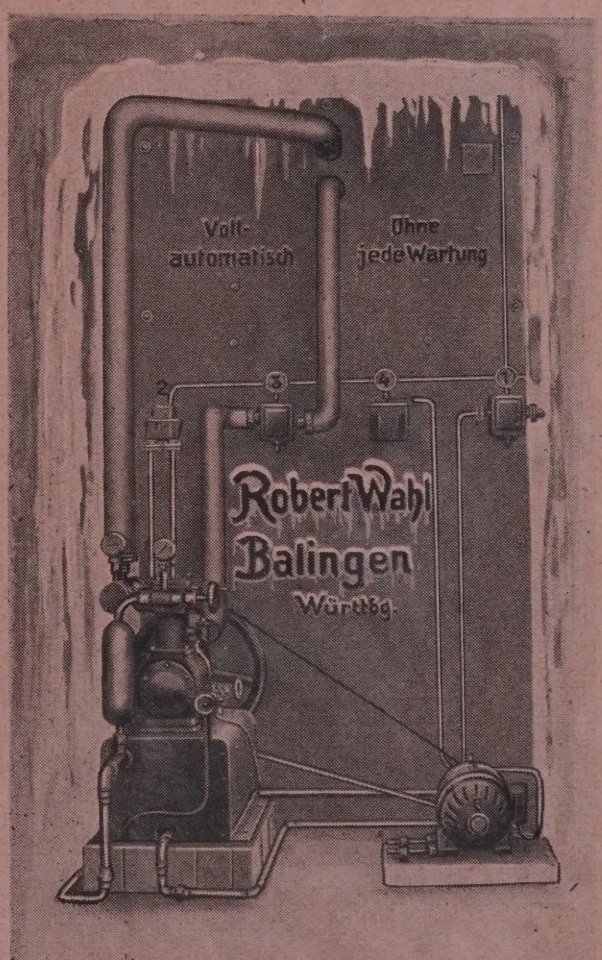
Kältemaschinen-Anlagen

einschließlich der Apparate u. s. w. nach jeder Richtung hin vollkommen beherrscht

Ausführl. Angebote mit Zeugnisabschriften, Lichtbild und Angaben über Alter, Gehaltsansprüche und frühesten Eintrittstermin sowie Aufgabe von Referenzen erbeten unter **P. A. 670** an die Geschäftsstelle dieser Zeitschr., Berlin W. 9, Köthenerstr. 34

BIS
70000 WE
STUNDENLEISTUNG

VOM GUTEN
DAS BESTE!



TÜCHTIGE VERTRETER GESUCHT!

ACHTUNG!

Bislang sind die folgenden Beihefte erschienen

1. Beiheft:

Neue Untersuchungen für die Konservierung von Fleisch durch das Ottesen-Gefrier-Verfahren

Von Dr.-Ing. Oestert

Preis 2,00 RM. einschliesslich Porto

2. Beiheft:

Untersuchung über die Kaltlagerung von Obst und Gemüse

Von Prof. Dr.-Ing. R. Plank

Preis 2,00 RM. einschliesslich Porto

3. Beiheft:

Untersuchung über die Kaltlagerung von Obst und Gemüse. (Zweiter Bericht).

Von Prof. Dr.-Ing. R. Plank

Preis 2,50 RM. einschliesslich Porto

Bestellungen sind an den Verlag der Zeitschrift „Gesellschaft für Kältewesen m. b. H.“, Berlin W. 9, Köthenerstrasse 34, zu richten

Gegen
Kälteverluste
bei Kühl- und Gefrieranlagen
schützen
Isolierungen
mittels unserer erstklassigen
Korkstein-Fabrikate

Sehr hoher Korkgehalt
Niedrige Wärmeleitzahl

Korkstein-fabrik
C. & E. Mahla
Wärme-, Kälte- u. Geräusch-Isolierung
Nürnberg Mögeldorferstr. 40

Kühlhaustüren
seit 20 Jahren weit bekannt als „Sterkeltüren"

Kühlhaustüren, -Fenster, -Luken, Schrankwände, zerlegbare Luftkühler, Luftkühlerabdeckungen.

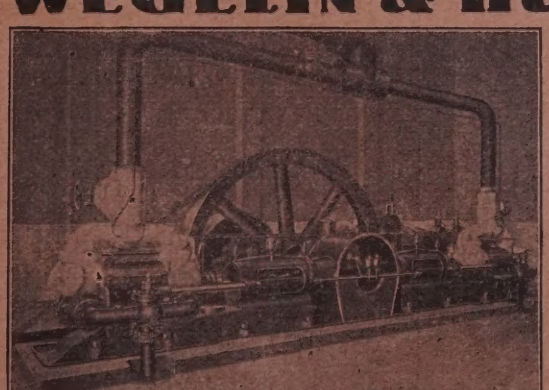
Meine Fabrikate wurden zu tausenden für europäische und aussereuropäische Schlachthöfe und Kühlhäuser geliefert, darunter für die grössten des Kontinents.

Vorteilhafte Sonderausführungen für Brauereien usw. – Normale Türengrössen für Klein-Kühlanlagen bei Fleischern, in Hotels und sonstigen Gross-Küchenbetrieben immer vorrätig. – Eigene Beschläge- und Verschlussfabrikation für die bekannten Sterkel'schen Kühlhausverschlüsse. – Eigenes Holzlager gegen 1500 cbm, dadurch grösste Leistungsfähigkeit und kürzeste Lieferfristen.

Otto Sterkel
Spezialfabrik für Kühlhaustüren
Ravensburg i. Württbg.

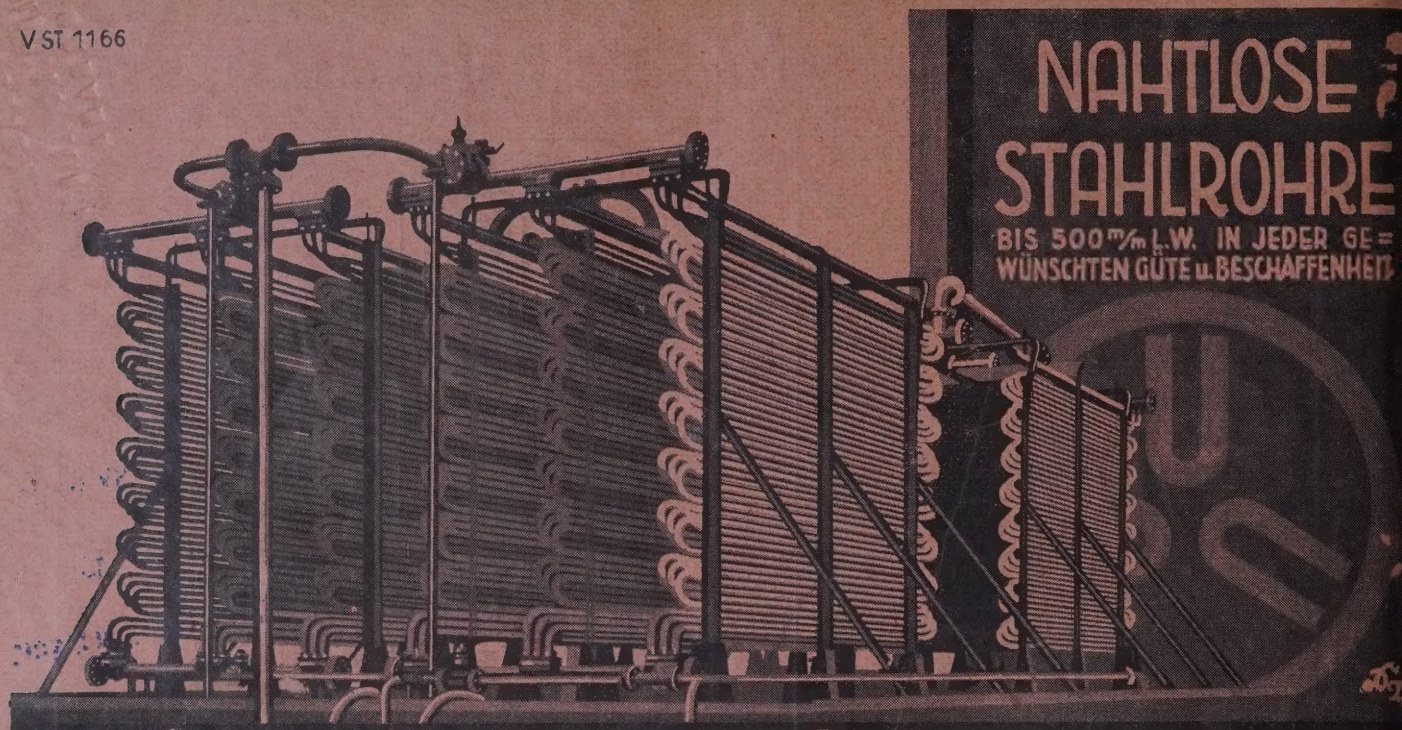
Bei Anfragen
nach Erzeugnissen unserer
Inserenten bitten wir
Bezug zu nehmen auf die
Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie!

WEGELIN & HÜBNER, MASCHINENFABRIK UND EISENGIESSEREI A.-G.
HALLE A. S.



EIS- UND KÄLTEMASCHINEN
FÜR ALLE INDUSTRIEN AMMONIAK- UND KOHLENSÄURE
KOMPRESS.-MASCH.-, HOCH-LEISTUNGS-ABSORPTIONSMASCH. FÜR ABDAMPFBEHEIZUNG, GEFRIER- UND TIEFKÄLTE-ANLAGEN (TEMP. –45°) FÜR SCHACHT-ABTEUFUNG, VERFLÜSSIGUNG VON GASEN usw. PLATTENEIS-, KLAREIS- UND KRISTALLEIS-FABRIKEN. GEFRIERWASSER-AUFBEREITUNGS-ANLAGEN FÜR KRISTALLEIS-FABRIKATION BEI VOLLSTÄNDIGER ABDAMPF-ENTÖLUNG NACH PATENTIERTEM VERFAHREN
DAMPFMASCHINEN, DAMPFKESSEL, HYDRAUL. PRESSEN, FLÜSSIGKEITSPUMPEN JEDER ART, KOMPRESSOREN, VACUUMPUMPEN, FILTERPRESSEN

VST 1166



Vereinigte Stahlwerke Aktiengesellschaft

VERKAUF: STAHLRÖHREN + DÜSSELDORF, STAHLHAUS + SCHLIESSFACH 320

Rohrschlangen, **Rippen**rohre, Präzisions**stahlrohre, Ueberhitzer-Elemente, Stahlflaschen für stationäre Anlagen, Stahlflaschen über 100 l Wasserinhalt** für den Transport von Gasen und Flüssigkeiten, Hochdruckbehälter für Druckluftlokomotive Dieselmotoren und dergleichen.

L. 545/70

„Arbor"

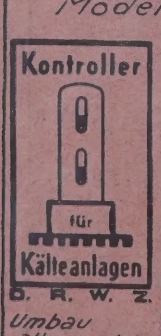
Hochdruck-Ventile

Stahlflaschen — Kohlensäure

Actien-Gesellschaft für Kohlensäure-Industrie Berlin NW. 6

Chlormagnesium
Chlormagnesiumlauge
Chlorcalcium
Chlornatrium
(Gewerbesalz)
Ammoniak fl.
für **Kühlanlagen**
Chemikalien-A.-G., Berlin W. 35
Abteilung Kältechemikalien
Generalagentur des Deutschen Chlormagnesium-Syndikates Berlin; des Deutschen Steinsalz-Syndikates, Berlin.

Moderne
Kühlanlagen und Eisfabriken
Kontroller Patent Glässel
Entlüftungsapparate D.R.P. angem.
Luftzirkulations-Einrichtung D.R.P.
NH_3 Kompressoren



Umbau alter unwirtschaftlicher Anlagen

Maschinenfabrik Stein
G. m. b. H.
Cannstatt (Württemberg)

K

EISZELLEN
VERBLEIT UND VERZINKT IN ALLEN AUSFÜHRUNGEN
EW EICHEN 1924
FABRIK-MARKE

VEREINIGTE STAHLWERKE
AKTIENGESELLSCHAFT
EICHENER WALZWERK
EW 1924 KREUZTAL, KREIS SIEGEN

L. 703/70
3865

Für den Textteil verantwortlich: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin N. W. 87, Klopstockstrasse 9;
für den Inseratenteil: Dipl.-Ing. Egon Zäuner, Gewerberat a. D. Berlin W. 35, Lützowstr. 49

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 112275331